

Attorney Docket # 5341-19

Express Mail #EV402735915US
Patent

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of

Tohru KIMURA

Serial No.: n/a

Filed: concurrently

For: Optical System for Optical Pickup
Apparatus

LETTER TRANSMITTING PRIORITY DOCUMENT

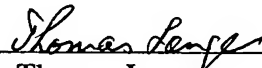
Mail Stop **Patent Application**
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

SIR:

In order to complete the claim to priority in the above-identified application under 35 U.S.C. §119, enclosed herewith is the certified documentation as follows:

Application No. **2002-317083**, filed on October 31, 2002, in Japan, upon which the priority claim is based.

Respectfully submitted,
COHEN, PONTANI, LIEBERMAN & PAVANE

By 
Thomas Langer
Reg. No. 27/264
551 Fifth Avenue, Suite 1210
New York, New York 10176
(212) 687-2770

Dated: October 23, 2003

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 1 0 月 3 1 日
Date of Application:

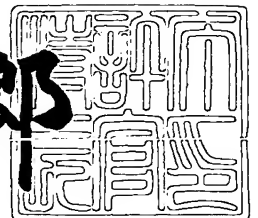
出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 3 1 7 0 8 3
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 2 - 3 1 7 0 8 3]

出 願 人 コニカ株式会社
Applicant(s):

2 0 0 3 年 7 月 1 0 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 0 5 5 8 9 8

6242

【書類名】 特許願

【整理番号】 DTM00943

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G03B 27/58
F16C 13/00

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都八王子市石川町 2 9 7 0 番地 コニカ株式会社内

 【氏名】 木村 徹

【特許出願人】

 【識別番号】 000001270

 【氏名又は名称】 コニカ株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100107272

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 田村 敬二郎

【選任した代理人】

 【識別番号】 100109140

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 小林 研一

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 052526

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

 【包括委任状番号】 0101340

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光ピックアップ装置用光学系、光ピックアップ装置及び光情報記録再生装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 少なくとも2つのレンズ群から構成された、光束径を変換するエキスパンダーレンズと、前記エキスパンダーレンズからの光束を集光する対物レンズとを備えた光ピックアップ装置用光学系において、

前記対物レンズの光軸から垂直方向に0.05mm以内の任意距離Y1 (mm) 離れた位置に集光するような波長 λ (nm) の軸外光束を、前記対物レンズに入射させた際の集光スポットのコマ収差を $W1_{CM}(\lambda_{rms})$ とし、

前記エキスパンダーレンズを構成するすべてのレンズ群と前記対物レンズとをその光軸が一致するように配置した場合に、前記光軸から垂直方向に前記距離Y1 (mm) 離れた位置に集光するような前記波長 λ (nm) の軸外光束を、前記エキスパンダーレンズを介して前記対物レンズに入射させた際の集光スポットのコマ収差を $W2_{CM}(\lambda_{rms})$ としたとき、次式を満たすことを特徴とする光ピックアップ装置用光学系。

$$W1_{CM} > W2_{CM} \quad (1)$$

【請求項2】 少なくとも2つのレンズ群から構成された、光束径を変換するエキスパンダーレンズと、前記エキスパンダーレンズからの光束を集光する対物レンズとを備えた光ピックアップ装置用光学系において、

波長 λ (nm) の軸外光束を、前記対物レンズに入射させた際の集光スポットのコマ収差が $0.07\lambda_{rms}$ 以内となるような像高範囲を $\pm H1$ (mm) (ただし、 $H1 > 0$) とし、

前記エキスパンダーレンズを構成するすべてのレンズ群と前記対物レンズとをその光軸が一致するように配置した場合に、前記波長 λ (nm) の軸外光束を、前記エキスパンダーレンズを介して前記対物レンズに入射させた際の集光スポットのコマ収差が $0.07\lambda_{rms}$ 以内となるような像高範囲を $\pm H2$ (mm) (ただし、 $H2 > 0$) としたとき、次式を満たすことを特徴とする光ピックアップ

装置用光学系。

$$H2 > H1 \quad (2)$$

【請求項3】 前記エキスパンダーレンズを構成するレンズ群のうち、任意のレンズ群と前記対物レンズとをその光軸が一致するように配置するとともに、前記任意のレンズ群以外のレンズ群を、前記光軸から垂直方向に0.1mm以内の任意量 Δ (mm) 偏芯させて配置した場合に、前記波長 λ (nm) の軸上光束を、前記エキスパンダーレンズを介して前記対物レンズに入射させた際の集光スポットのコマ収差を $W3_{CM}$ (λ_{rms}) とし、前記集光スポットの前記光軸から垂直方向に測った距離を $Y2$ (mm) とし、

前記エキスパンダーレンズを構成するすべてのレンズ群と前記対物レンズとをその光軸が一致するように配置した場合に、前記光軸から垂直方向に前記距離 $Y2$ (mm) 離れた位置に集光するような前記波長 λ (nm) の軸外光束を、前記エキスパンダーレンズを介して前記対物レンズに入射させた際の集光スポットのコマ収差を $W4_{CM}$ (λ_{rms}) としたとき、次式を満たすことを特徴とする請求項1または2に記載の光ピックアップ装置用光学系。

$$|(W3_{CM} - W4_{CM}) / W3_{CM}| < 0.5 \quad (3)$$

【請求項4】 前記エキスパンダーレンズは少なくとも1つの非球面を有することを特徴とする請求項1乃至3のいずれか1項に記載の光ピックアップ装置用光学系。

【請求項5】 前記対物レンズの開口数は0.8以上であるとともに、前記エキスパンダーレンズは、それを構成する前記レンズ群の間隔を変更することによって、前記対物レンズに入射する光束のマージナル光線の入射角度を変化させることができることを特徴とする請求項1乃至4のいずれか1項に記載の光ピックアップ装置用光学系。

【請求項6】 前記対物レンズは、少なくとも2つのレンズ群から構成されたことを特徴とする請求項1乃至5のいずれか1項に記載の光ピックアップ装置用光学系。

【請求項7】 前記エキスパンダーレンズの光軸上で測った全長が3mm以

下であることを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の光ピックアップ装置用光学系。

【請求項 8】 前記エキスパンダーレンズに入射する光束の径を $D1$ (mm)、前記エキスパンダーレンズから射出される光束の径を $D2$ (mm) としたとき、前記エキスパンダーレンズの倍率 γ が次式を満たすことを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の光ピックアップ装置用光学系。

$$\gamma = D2 / D1 > 1.2 \quad (3a)$$

【請求項 9】 波長 λ (nm) の光束を射出する光源と、
前記光源から射出された光束を光情報記録媒体の情報記録面上に集光させることによって情報の記録及び／又は再生を行う光ピックアップ装置用光学系と、を有する光ピックアップ装置において、

前記光ピックアップ装置用光学系は、前記光情報記録媒体に対向して配置され、開口数が 0.8 以上とされた対物レンズと、前記光源と前記対物レンズとの間の光路中に配置され、少なくとも 2 つのレンズ群から構成されたエキスパンダーレンズとを備え、

前記エキスパンダーレンズを構成するレンズ群のうち少なくとも 1 つのレンズ群は、光軸方向に移動可能に構成されており、前記光軸方向に移動可能なレンズ群が、光軸方向に移動することによって、前記エキスパンダーレンズを構成するレンズ群の間隔を変更することで、前記情報記録面上に集光された集光スポットの球面収差補正を行うように機能し、

前記対物レンズの光軸から垂直方向に 0.05 mm 以内の任意距離 $Y1$ (mm) 離れた位置に集光するような前記波長 λ (nm) の軸外光束を、前記対物レンズに入射させた際の集光スポットのコマ収差を $W1_{CM}(\lambda_{rms})$ とし、

前記エキスパンダーレンズを構成するすべてのレンズ群と前記対物レンズとをその光軸が一致するように配置した場合に、前記光軸から垂直方向に前記距離 $Y1$ (mm) 離れた位置に集光するような前記波長 λ (nm) の軸外光束を、前記エキスパンダーレンズを介して前記対物レンズに入射させた際の集光スポットのコマ収差を $W2_{CM}(\lambda_{rms})$ としたとき、次式を満たすことを特徴とする光ピックアップ装置。

$$W1\text{ CM} > W2\text{ CM} \quad (4)$$

)

【請求項10】 波長 λ (nm) の光束を射出する光源と、

前記光源から射出された光束を光情報記録媒体の情報記録面上に集光させることによって情報の記録及び／又は再生を行う光ピックアップ装置用光学系と、を有する光ピックアップ装置において、

前記光ピックアップ装置用光学系は、前記光情報記録媒体に対向して配置され、開口数が0.8以上とされた対物レンズと、前記光源と前記対物レンズとの間の光路中に配置され、少なくとも2つのレンズ群から構成されたエキスパンダーレンズとを備え、

前記エキスパンダーレンズを構成するレンズ群のうち少なくとも1つのレンズ群は、光軸方向に移動可能に構成されており、前記光軸方向に移動可能なレンズ群が、光軸方向に移動することによって、前記エキスパンダーレンズを構成するレンズ群の間隔を変更することで、前記情報記録面上に集光された集光スポットの球面収差補正を行うように機能し、

前記波長 λ (nm) の軸外光束を、前記対物レンズに入射させた際の集光スポットのコマ収差が $0.07\lambda\text{ rms}$ 以内となるような像高範囲を $\pm H1$ (mm) (ただし、 $H1 > 0$) とし、

前記エキスパンダーレンズを構成するすべてのレンズ群と前記対物レンズとをその光軸が一致するように配置した場合に、前記波長 λ (nm) の軸外光束を、前記エキスパンダーレンズを介して前記対物レンズに入射させた際の集光スポットのコマ収差が $0.07\lambda\text{ rms}$ 以内となるような像高範囲を $\pm H2$ (mm) (ただし、 $H2 > 0$) としたとき、次式を満たすことを特徴とする光ピックアップ装置。

$$H2 > H1 \quad (5)$$

【請求項11】 前記エキスパンダーレンズを構成するレンズ群のうち、前記光軸方向に移動可能なレンズ群以外のレンズ群と、前記対物レンズとを、その光軸が一致するように配置するとともに、前記光軸方向に移動可能なレンズ群を前記光軸から垂直方向に0.1mm以内の任意量 Δ (mm) 偏芯させて配置した

場合に、前記波長 λ (nm) の軸上光束を、前記エキスパンダーレンズを介して前記対物レンズに入射させた際の集光スポットのコマ収差を $W3_{CM}(\lambda_{rms})$ とし、前記集光スポットの前記光軸から垂直方向に測った距離を $Y2$ (mm)とし、

前記エキスパンダーレンズを構成するすべてのレンズ群と、前記対物レンズとを、その光軸が一致するように配置した場合に、前記光軸から垂直方向に前記距離 $Y2$ (mm) 離れた位置に集光するような前記波長 λ (nm) の軸外光束を、前記エキスパンダーレンズを介して前記対物レンズに入射させた際の集光スポットのコマ収差を $W4_{CM}(\lambda_{rms})$ としたとき、次式を満たすことを特徴とする請求項9または10に記載の光ピックアップ装置。

$$|(W3_{CM}-W4_{CM})/W3_{CM}| < 0.5 \quad (6)$$

【請求項12】 前記エキスパンダーレンズは少なくとも1つの非球面を有することを特徴とする請求項9乃至11のいずれか1項に記載の光ピックアップ装置。

【請求項13】 前記対物レンズは、少なくとも2つのレンズ群から構成されたことを特徴とする請求項9乃至12のいずれか1項に記載の光ピックアップ装置。

【請求項14】 前記エキスパンダーレンズの光軸上で測った全長が3mm以下であることを特徴とする請求項9乃至13のいずれか1項に記載の光ピックアップ装置。

【請求項15】 前記エキスパンダーレンズに入射する光束の径を $D1$ (mm)、前記エキスパンダーレンズから射出される光束の径を $D2$ (mm)としたとき、前記エキスパンダーレンズの倍率 γ が次式を満たすことを特徴とする請求項9乃至14のいずれか1項に記載の光ピックアップ装置。

$$\gamma = D2/D1 > 1.2 \quad (6a)$$

【請求項16】 請求項9乃至15のいずれか1項に記載の光ピックアップ装置と、

前記光情報記録媒体を、前記光ピックアップ装置により情報信号の記録及び／

又は再生が可能な位置に支持する光情報記録媒体支持手段と、を有することを特徴とする光情報記録再生装置。

【請求項 17】 入射光束の発散角を変更するカップリングレンズと、前記カップリングレンズからの光束を集光する対物レンズとを備えた光ピックアップ装置用光学系において、

前記対物レンズの光軸から垂直方向に 0.05 mm 以内の任意距離 $Y1\text{ (mm)}$ 離れた位置に集光するような波長 $\lambda\text{ (nm)}$ の軸外光束を、前記対物レンズに入射させた際の集光スポットのコマ収差を $W1\text{ CM}(\lambda\text{ rms})$ 、

前記カップリングレンズと前記対物レンズとを、その光軸が一致するように配置した場合に、前記光軸から垂直方向に前記距離 $Y1\text{ (mm)}$ 離れた位置に集光するような前記波長 $\lambda\text{ (nm)}$ の軸外光束を、前記カップリングレンズを介して前記対物レンズに入射させた際の集光スポットのコマ収差を $W2\text{ CM}(\lambda\text{ rms})$) としたとき、次式を満たすことを特徴とする光ピックアップ装置用光学系。

$$W1\text{ CM} > W2\text{ CM} \quad (7)$$

【請求項 18】 入射光束の発散角を変更するカップリングレンズと、前記カップリングレンズからの光束を集光する対物レンズとを備えた光ピックアップ装置用光学系において、

波長 $\lambda\text{ (nm)}$ の軸外光束を、前記対物レンズに入射させた際の集光スポットのコマ収差が $0.07\lambda\text{ rms}$ 以内となるような像高範囲を $\pm H1\text{ (mm)}$ (ただし、 $H1 > 0$) とし、

前記カップリングレンズと前記対物レンズとを、その光軸が一致するように配置した場合に、前記波長 $\lambda\text{ (nm)}$ の軸外光束を、前記カップリングレンズを介して前記対物レンズに入射させた際の集光スポットのコマ収差が $0.07\lambda\text{ rms}$ 以内となるような像高範囲を $\pm H2\text{ (mm)}$ (ただし、 $H2 > 0$) としたとき、次式を満たすことを特徴とする光ピックアップ装置用光学系。

$$H2 > H1 \quad (8)$$

【請求項 19】 前記カップリングレンズを、前記対物レンズの光軸から垂直方向に 0.1 mm 以内の任意量 $\Delta\text{ (mm)}$ 偏芯させて配置した場合に、前記波

長 λ (nm) の軸上光束を、前記カップリングレンズを介して前記対物レンズに入射させた際の集光スポットのコマ収差を $W3_{CM}(\lambda_{rms})$ とし、前記集光スポットの前記光軸から垂直方向に測った距離を $Y2$ (mm) とし、

前記カップリングレンズと前記対物レンズとを、その光軸が一致するように配置した場合に、前記光軸から垂直方向に前記距離 $Y2$ (mm) 離れた位置に集光するような前記波長 λ (nm) の軸外光束を、前記カップリングレンズを介して前記対物レンズに入射させた際の集光スポットのコマ収差を $W4_{CM}(\lambda_{rms})$ としたとき、次式を満たすことを特徴とする請求項17または18に記載の光ピックアップ装置用光学系。

$$|(W3_{CM}-W4_{CM})/W3_{CM}| < 0.5 \quad (9)$$

【請求項20】 前記カップリングレンズは少なくとも1つの非球面を有することを特徴とする請求項17乃至19のいずれか1項に記載の光ピックアップ装置用光学系。

【請求項21】 前記対物レンズの開口数は0.8以上であるとともに、前記カップリングレンズは、前記対物レンズとの間隔を変更することによって、前記対物レンズに入射する光束のマージナル光線の入射角度を変化させることができることを特徴とする請求項17乃至20のいずれか1項に記載の光ピックアップ装置用光学系。

【請求項22】 前記対物レンズは、少なくとも2つのレンズ群から構成されたことを特徴とする請求項17乃至21のいずれか1項に記載の光ピックアップ装置用光学系。

【請求項23】 前記対物レンズの開口数に対する前記カップリングレンズの開口数の比の絶対値が0.1より大きいことを特徴とする請求項17乃至22のいずれか1項に記載の光ピックアップ装置用光学系。

【請求項24】 波長 λ (nm) の光束を射出する光源と、

前記光源から射出された光束を光情報記録媒体の情報記録面上に集光させることによって情報の記録及び／又は再生を行う光ピックアップ装置用光学系と、を有する光ピックアップ装置において、

前記光ピックアップ装置用光学系は、前記光情報記録媒体に対向して配置され、開口数が0.8以上とされた対物レンズと、前記光源と前記対物レンズとの間の光路中に配置され、前記光源から射出された発散光束の発散角を変更するカップリングレンズとを備え、前記カップリングレンズは光軸方向に移動可能に構成されており、カップリングレンズが光軸方向に移動することによって前記対物レンズとの間隔を変更することで、前記情報記録面上に集光された集光スポットの球面収差補正を行うように機能し、

前記対物レンズの光軸から垂直方向に0.05mm以内の任意距離 $Y1$ (mm) 離れた位置に集光するような前記波長 λ (nm) の軸外光束を、前記対物レンズに入射させた際の集光スポットのコマ収差を $W1_{CM}(\lambda_{rms})$ とし、

前記カップリングレンズと前記対物レンズとを、その光軸が一致するように配置した場合に、前記光軸から垂直方向に前記距離 $Y1$ (mm) 離れた位置に集光するような前記波長 λ (nm) の軸外光束を、前記カップリングレンズを介して前記対物レンズに入射させた際の集光スポットのコマ収差を $W2_{CM}(\lambda_{rms})$ としたとき、次式を満たすことを特徴とする光ピックアップ装置。

$$W1_{CM} > W2_{CM} \quad (10)$$

)

【請求項25】 波長 λ (nm) の光束を射出する光源と、

前記光源から射出された光束を光情報記録媒体の情報記録面上に集光させることによって情報の記録及び／又は再生を行う光ピックアップ装置用光学系と、を有する光ピックアップ装置において、

前記光ピックアップ装置用光学系は、前記光情報記録媒体に対向して配置され、開口数が0.8以上とされた対物レンズと、前記光源と前記対物レンズとの間の光路中に配置され、前記光源から射出された発散光束の発散角を変更するカップリングレンズとを備え、前記カップリングレンズは光軸方向に移動可能に構成されており、カップリングレンズが光軸方向に移動することによって前記対物レンズとの間隔を変更することで、前記情報記録面上に集光された集光スポットの球面収差補正を行うように機能し、

前記波長 λ (nm) の軸外光束を、前記対物レンズに入射させた際の集光ス

ットのコマ収差が $0.07\lambda \text{ rms}$ 以内となるような像高範囲を $\pm H1$ (mm) (ただし、 $H1 > 0$) とし、

前記カップリングレンズと前記対物レンズとを、その光軸が一致するように配置した場合に、前記波長 λ (nm) の軸外光束を、前記カップリングレンズを介して前記対物レンズに入射させた際の集光スポットのコマ収差が $0.07\lambda \text{ rms}$ 以内となるような像高範囲を $\pm H2$ (mm) (ただし、 $H2 > 0$) としたとき、次式を満たすことを特徴とする光ピックアップ装置。

$$H2 > H1 \quad (11)$$

【請求項 26】 前記カップリングレンズを前記対物レンズの光軸から垂直方向に 0.1 mm 以内の任意量 Δ (mm) 偏芯させて配置した場合に、前記波長 λ (nm) の軸上光束を、前記カップリングレンズを介して前記対物レンズに入射させた際の集光スポットのコマ収差を $W3_{CM}$ ($\lambda \text{ rms}$) とし、前記集光スポットの前記光軸から垂直方向に測った距離を $Y2$ (mm) とし、

前記カップリングレンズと前記対物レンズとをその光軸が一致するように配置した場合に、前記光軸から垂直方向に前記距離 $Y2$ (mm) 離れた位置に集光するような前記波長 λ (nm) の軸外光束を、前記カップリングレンズを介して前記対物レンズに入射させた際の集光スポットのコマ収差を $W4_{CM}$ ($\lambda \text{ rms}$) としたとき、次式を満たすことを特徴とする請求項 24 または 26 に記載の光ピックアップ装置。

$$|(W3_{CM} - W4_{CM}) / W3_{CM}| < 0.5 \quad (12)$$

【請求項 27】 前記カップリングレンズは少なくとも 1 つの非球面を有することを特徴とする請求項 24 乃至 26 のいずれか 1 項に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 28】 前記対物レンズは、少なくとも 2 つのレンズ群から構成されたことを特徴とする請求項 24 乃至 27 のいずれか 1 項に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 29】 前記対物レンズの開口数に対する前記カップリングレンズの開口数の比の絶対値が 0.1 より大きいことを特徴とする請求項 24 乃至 28

のいずれか 1 項に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 30】 請求項 24 乃至 29 のいずれか 1 項に記載の光ピックアップ装置と、

前記光情報記録媒体を、前記光ピックアップ装置により情報信号の記録及び／又は再生が可能な位置に支持する光情報記録媒体支持手段と、を有することを特徴とする光情報記録再生装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光ピックアップ装置用光学系、光ピックアップ装置及び光情報記録再生装置に関し、特に、高密度な光情報記録又は再生を達成できる光ピックアップ装置用光学系、光ピックアップ装置及び光情報記録再生装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、CD（コンパクトディスク）またはDVD（デジタルバーサタイルディスク）に代表される光ディスクは、音楽情報や画像・映像情報の蓄積またはプログラムデータのごときデジタルデータの保存に広く使われている。更に、近年における高度情報化社会の到来とともに、取り扱われる情報の量も膨大なものとなりつつあり、これらの光ディスクの大容量化が強く求められている。

【0003】

ここで、光ディスクにおける単位面積あたりの記録容量（記録密度）の向上は、光ピックアップ装置用光学系から得られる集光スポットのスポット径を小さくすることで実現できる。このスポット径は、良く知られているように、 λ/NA （ただし、 λ は光源の波長、NAは対物レンズの開口数）に比例するので、スポット径を小さくするためには、光ピックアップ装置で使用する光源の短波長化、及び光ピックアップ装置用光学系において光ディスクに対向して配置される対物レンズの高開口数化が有効である。

【0004】

このうち、光源の短波長化に関しては、波長 400 nm 程度の光を発生する青

紫色半導体レーザーやSHG青紫色レーザーの研究・開発が急速に進展を見せていることから、これらの実用化も近いといえる。このような短波長光源を使用すると、記憶容量が4.7GB程度の従来のDVDと同じ開口数NA0.65の対物レンズを使用し、且つDVDと同じ直径12cmの光ディスクを使用した場合でも、かかる光ディスクに対して、15GB程度もの情報の記録が可能となる。

【0005】

また、対物レンズの高開口数化に関しては、1枚又は2枚のレンズ群から構成された開口数が0.85の対物レンズの研究が進んでいる。上述の短波長光源と開口数が0.85の対物レンズを組み合わせることで、直径12cmの光ディスクに対して、20乃至30GB程度の情報の記録が可能となり、より一層の高密度化が達成できる。

【0006】

しかしながら、光源の波長を短くし、対物レンズの開口数を大きくすると、様々な誤差要因によって球面収差が容易に増大して光学性能が劣化するという問題がある。例えば、光ディスクの保護層厚さの製造誤差、対物レンズの厚さの製造誤差、温度変化による対物レンズの屈折率変化等の誤差要因や、2層ディスクの層間ジャンプなどによっても球面収差が直ちに増大する。そのため、かかる球面収差を補正するための構成として、2つのレンズ群で構成されたエキスパンダーレンズを、光源と対物レンズとの間の光路中に配置して、エキスパンダーレンズを構成するレンズ群の間隔を可変調整するようにした光ピックアップ装置や、光源から射出される発散光束の発散角を変更して対物レンズに導くカップリングレンズの位置を、光軸方向に可変調整するようにした光ピックアップ装置が次の特許文献に記載されている。

【特許文献1】

特開 2 0 0 0 - 1 3 1 6 0 3 号公報

【特許文献2】

特開 2 0 0 1 - 3 2 4 6 7 3 号公報

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、これらの光ピックアップ装置では、アクチュエータによりその位置が可変調整されるレンズ（以降では、アクチュエータによりその位置が光軸方向に可変調整されるエキスパンダーレンズの構成レンズ群やカップリングレンズを「可動レンズ」と呼ぶ）と、それ以外のレンズとの相対的な位置ずれのために、集光スポットのコマ収差が増大するという問題がある。かかる問題は、エキスパンダーレンズのレンズ群間隔を小さくしたり、エキスパンダーレンズの倍率を大きくしたり、カップリングレンズの開口数を大きくすることで光ピックアップ光学系を小型化した場合に、特に顕在化する傾向がある。

【0008】

更に、パーソナルコンピュータ用途や車載用途の光情報記録再生装置に搭載するために、波長の短い青紫色光源と開口数の大きい対物レンズとを使用する光ピックアップ装置においても、近い将来小型化が要求されることが予想されるが、上述したように、光ピックアップ装置用光学系を小型化すると、可動レンズの偏芯誤差に対して集光性能が大幅に劣化するため、偏心誤差の許容範囲が狭まり、それにより光ピックアップ装置用光学系の製造コストが増大するという問題がある。

【0009】

本発明は、上述の問題に鑑みてなされたものであって、波長の短い光源と、開口数の大きい対物レンズを使用し、光源と対物レンズとの間の光路中に配置されたエキスパンダーレンズ或いはカップリングレンズによって集光スポットの球面収差を補正する光ピックアップ装置用光学系であって、且つ可動レンズが偏芯誤差を持った場合でも、集光性能の劣化の小さい光ピックアップ装置用光学系を提供することを目的とする。特に、小型化のために、エキスパンダーレンズのレンズ群間隔を小さくしたり、エキスパンダーレンズの倍率を大きくしたり、カップリングレンズの開口数を大きくした場合でも、可動レンズの偏芯誤差に対して集光性能の劣化の小さい光ピックアップ装置用光学系を提供することを目的とする。そして、この光ピックアップ装置用光学系を備えた光ピックアップ装置、あるいは光情報記録再生装置を提供することも本発明の目的である。

【0010】

【課題を解決するための手段】

請求項1に記載の光ピックアップ装置用光学系は、少なくとも2つのレンズ群から構成された、光束径を変換する（入射光束径に対し出射光束径を変更する）エキスパンダーレンズと、前記エキスパンダーレンズからの光束を集光する対物レンズとを備えた光ピックアップ装置用光学系において、

前記対物レンズの光軸から垂直方向に0.05mm以内の任意距離 Y_1 (mm)離れた位置に集光するような波長 λ (nm)の軸外光束を、前記対物レンズに入射させた際の集光スポットのコマ収差を $W1_{CM}(\lambda_{rms})$ とし、

前記エキスパンダーレンズを構成するすべてのレンズ群と前記対物レンズとをその光軸が一致するように配置した場合に、前記光軸から垂直方向に前記距離 Y_1 (mm)離れた位置に集光するような前記波長 λ (nm)の軸外光束を、前記エキスパンダーレンズを介して前記対物レンズに入射させた際の集光スポットのコマ収差を $W2_{CM}(\lambda_{rms})$ としたとき、次式を満たすことを特徴とする。

$$W1_{CM} > W2_{CM} \quad (1)$$

)

【0011】

図1～4は、本発明の光ピックアップ装置用光学系の概略断面図である。図1～4を参照して、本発明の原理を例を挙げて説明する。本発明に係わる第1の光ピックアップ装置用光学系OS1は、図1に示すように、図示しない光源から射出され、図示しないコリメートレンズにより平行光束とされた入射光束の径を変換するエキスパンダーレンズEXPと、このエキスパンダーレンズEXPを介した光束を、光ディスクODの保護層DPを介して情報記録面DR上に集光する対物レンズOBJとから構成されている。対物レンズOBJは、光源側に配置された第1レンズ群E1と光ディスクOD側に配置された第2レンズ群E2とから構成されており、開口数が0.80以上とされている。

【0012】

この対物レンズOBJの各レンズ群は、単レンズであってもよく、また、複数枚のレンズから構成されるものでもよい。さらに、この第1の光ピックアップ装置用光学系OS1においては、対物レンズOBJは2つのレンズ群E1、E2か

ら構成されているが、この対物レンズOBJは、1つのレンズ群から構成されるものであってもよく、或いは、3つ以上のレンズ群から構成されるものであってもよい。また、エキスパンダーレンズEXPは、第1レンズ群L1及び第2レンズ群L2とから構成されている。第1レンズ群L1及び第2レンズ群L2は、それぞれ単レンズであってもよく、また、複数枚のレンズから構成されるものでもよい。また、エキスパンダーレンズEXPは、3つ以上のレンズ群から構成されるものであっても良い。

【0013】

この第1の光ピックアップ装置用光学系OS1においては、エキスパンダーレンズEXPの第1レンズ群L1は凹レンズ群であり、第2レンズ群L2は凸レンズ群である。さらに、エキスパンダーレンズEXPは、第1レンズ群L1と第2レンズ群L2との間隔を変更することで、対物レンズOBJに入射する光束のマージナル光線の入射角度を変化させることができるように構成されている。すなわち、エキスパンダーレンズEXPは、対物レンズOBJの倍率を変化させることで、情報記録面DR上の集光スポットの球面収差をキャンセルする方向に作用することが可能に構成されている。

【0014】

ところで、青紫色光源の波長を設計波長とした開口数の大きい対物レンズでは、高開口数化に対応した球面収差補正、光ディスクODに対して情報の記録及び／又は再生を行う際の作動距離の確保、製造誤差に対する十分な許容公差の確保、小型化等の理由から軸外特性におけるコマ収差の補正を十分に行うことが出来ずにコマ収差が残留する場合がある。

【0015】

例えば、開口数が0.85の対物レンズとして、1つのレンズ群から構成されるものや、2つ以上の複数のレンズ群から構成されるものが各社から提案されている。かかる高開口数の対物レンズを1つのレンズ群から構成した場合は、光源側の非球面の法線と光軸がなす角度が大きくなりがちであるので、ダイヤモンドによる光学素子成形用金型の加工が困難になるという問題がある。さらに、該角度が大きくなると、光学面同士の光軸ずれにより容易にコマ収差が増大し

集光性能が劣化する。そのため、1つのレンズ群から構成される高開口数の対物レンズの設計においては、該角度が大きくなりすぎないようにしたり、光学面同士の光軸ずれに対する製造公差を十分に確保したりする必要があるので、軸外性能におけるコマ収差が軸外特性におけるコマ収差の補正を十分に行うことが出来ずにコマ収差が残留する場合がある。

【0016】

一方、かかる高開口数の対物レンズを2つ以上の複数のレンズ群から構成した場合は、光ディスクに対して情報の記録及び／又は再生を行う際の作動距離の確保、構成レンズ群を組み立てる際の偏芯誤差に対する許容公差の確保、小型化等の理由から、軸外性能におけるコマ収差が軸外特性におけるコマ収差の補正を十分に行うことが出来ずにコマ収差が残留することが多い。

【0017】

ここで、光ピックアップ装置用光学系OS1において、図2に示すように、エキスパンダーレンズEXPの第1レンズ群L1が対物レンズOBJに対して偏芯誤差を持った場合、エキスパンダーレンズEXPを経て対物レンズOBJに入射する光束は画角を持った斜め光束となる。対物レンズOBJとして上述のように軸外特性におけるコマ収差が残留した対物レンズを使用する場合、この斜め光束の入射により集光スポットのコマ収差が増大してその集光性能が劣化する。

【0018】

そこで、この光ピックアップ装置用光学系OS1においては、図3に示すように、対物レンズOBJの光軸から垂直方向に0.05mm以内の任意距離Y1 (mm) 離れた位置に集光するような、波長 λ (nm) の軸外光束を、対物レンズOBJに入射させた際の集光スポットのコマ収差を $W1_{CM}(\lambda_{rms})$ とし、図4に示すように、エキスパンダーレンズEXPを構成するすべてのレンズ群と対物レンズOBJとをその光軸が一致するように配置した場合に、この光軸から垂直方向に前記距離Y1 (mm) 離れた位置に集光するような前記波長 λ (nm) の軸外光束を、エキスパンダーレンズEXPを介して対物レンズOBJに入射させた際の集光スポットのコマ収差を $W2_{CM}(\lambda_{rms})$ としたとき、次式(1)を満足するように構成されている。

$$W1_{CM} > W2_{CM} \quad (1)$$

)

【0019】

すなわち、この光ピックアップ装置用光学系OS1においては、対物レンズOBJ単体の軸外特性のコマ収差 $W1_{CM}$ (λ_{rms}) に対して、この対物レンズOBJとエキスパンダーレンズEXPとを組み合わせた場合の軸外特性のコマ収差 $W2_{CM}$ (λ_{rms}) が小さくなるようなエキスパンダーレンズEXPを備えている。このように光ピックアップ装置用光学系OS1を構成すると、図2に示すように、エキスパンダーレンズEXPの第1レンズ群L1が対物レンズOBJに対して偏芯誤差を持った場合に、対物レンズOBJに対して斜め光束が入射することにより発生する集光スポットのコマ収差の増大を抑制できる。かかるコマ収差の増大を効果的に抑制するためには、次式(1')式を満足するように光ピックアップ装置用光学系OS1を構成するのが好ましい。

$$(2/3) \cdot W1_{CM} > W2_{CM} \quad (1')$$

)

【0020】

請求項2に記載の光ピックアップ装置用光学系は、少なくとも2つのレンズ群から構成された、光束径を変換するエキスパンダーレンズと、前記エキスパンダーレンズからの光束を集光する対物レンズとを備えた光ピックアップ装置用光学系において、

波長 λ (nm) の軸外光束を、前記対物レンズに入射させた際の集光スポットのコマ収差が $0.07\lambda_{rms}$ 以内となるような像高範囲を $\pm H1$ (mm) (ただし、 $H1 > 0$) とし、

前記エキスパンダーレンズを構成するすべてのレンズ群と前記対物レンズとをその光軸が一致するように配置した場合に、前記波長 λ (nm) の軸外光束を、前記エキスパンダーレンズを介して前記対物レンズに入射させた際の集光スポットのコマ収差が $0.07\lambda_{rms}$ 以内となるような像高範囲を $\pm H2$ (mm) (ただし、 $H2 > 0$) としたとき、次式を満たすことを特徴とする。

$$H2 > H1 \quad (2)$$

【0021】

請求項1に記載された技術的思想について、別の見方をすると請求項2に記載のようになる。すなわち、図1の光ピックアップ装置用光学系OS1は、波長 λ (nm)の軸外光束を、対物レンズOBJに入射させた際の集光スポットのコマ収差が 0.07λ rms以内となるような像高範囲を $\pm H1$ (mm) (ただし、 $H1 > 0$)とし、エキスパンダーレンズEXPを構成する第1レンズ群L1と第2レンズ群L2と対物レンズOBJとをその光軸が一致するように配置した場合に、前記波長 λ (nm)の軸外光束を、エキスパンダーレンズEXPを介して対物レンズOBJに入射させた際の集光スポットのコマ収差が 0.07λ rms以内となるような像高範囲を $\pm H2$ (mm) (ただし、 $H2 > 0$)としたとき、次式(2)を満たすように構成されているので、エキスパンダーレンズEXPの第1レンズ群L1が対物レンズOBJに対して偏芯誤差を持った場合に、対物レンズOBJに対して斜め光束が入射することにより発生する集光スポットのコマ収差の増大を抑制できる。

$$H2 > H1 \quad (2)$$

【0022】

特に、図2に示すように、エキスパンダーレンズEXPの第1レンズ群L1が対物レンズOBJに対して偏芯誤差を持った場合に、対物レンズOBJに対して斜め光束が入射することにより発生する集光スポットのコマ収差の増大をより効果的に抑制するためには、光ピックアップ装置用光学系OS1を、請求項3に記載されたように構成するのが好ましい。

【0023】

請求項3に記載の光ピックアップ装置用光学系は、前記エキスパンダーレンズを構成するレンズ群のうち、任意のレンズ群と前記対物レンズとをその光軸が一致するように配置するとともに、前記任意のレンズ群以外のレンズ群を、前記光軸から垂直方向に 0.1 mm以内の任意量 Δ (mm) 偏芯させて配置した場合に、前記波長 λ (nm)の軸上光束を、前記エキスパンダーレンズを介して前記対物レンズに入射させた際の集光スポットのコマ収差を $W3_{CM}$ (λ rms)とし、前記集光スポットの前記光軸から垂直方向に測った距離を $Y2$ (mm)とし、

前記エキスパンダーレンズを構成するすべてのレンズ群と前記対物レンズとをその光軸が一致するように配置した場合に、前記光軸から垂直方向に前記距離 Y_2 (mm) 離れた位置に集光するような前記波長 λ (nm) の軸外光束を、前記エキスパンダーレンズを介して前記対物レンズに入射させた際の集光スポットのコマ収差を $W4_{CM}(\lambda_{rms})$ としたとき、次式を満たすことを特徴とする。

$$|(W3_{CM} - W4_{CM}) / W3_{CM}| < 0.5 \quad (3)$$

【0024】

すなわち、エキスパンダーレンズ EXP を構成するレンズ群のうち、任意のレンズ群 (図 2 においては、第 2 レンズ群 L_2 に対応する) と対物レンズ OBJ とをその光軸が一致するように配置するとともに、前記任意のレンズ群以外のレンズ群 (図 2 においては、第 1 レンズ群 L_1 に対応する) を前記光軸から垂直方向に 0.1 mm 以内の任意量 Δ (mm) 偏芯させて配置した場合に、前記波長 λ (nm) の軸上光束を、エキスパンダーレンズ EXP を介して対物レンズ OBJ に入射させた際の集光スポットのコマ収差を $W3_{CM}(\lambda_{rms})$ とし、前記集光スポットの前記光軸から垂直方向に測った距離を Y_2 (mm) とし、図 4 に示すように、エキスパンダーレンズ EXP を構成するすべてのレンズ群と対物レンズ OBJ とをその光軸が一致するように配置した場合に、前記光軸から垂直方向に前記距離 Y_2 (mm) 離れた位置に集光するような前記波長 λ (nm) の軸外光束を、エキスパンダーレンズ EXP を介して対物レンズ OBJ に入射させた際の集光スポットのコマ収差を $W4_{CM}(\lambda_{rms})$ としたとき、上述の式 (3) を満足させることで、エキスパンダーレンズ EXP の第 1 レンズ群 L_1 が対物レンズ OBJ に対して偏芯誤差を持った場合に、対物レンズ OBJ に対して斜め光束が入射することにより発生する集光スポットのコマ収差の増大をより効果的に抑制することができる。

【0025】

以上説明したように、本発明に係わる光ピックアップ装置用光学系 OS 1 は、上述の (1) 乃至 (3) 式を満たすように構成されているので、図 2 に示すように、エキスパンダーレンズ EXP の第 1 レンズ群 L_1 が対物レンズ OBJ に対

して偏芯誤差を持った場合に、対物レンズOBJに対して斜め光束が入射することにより対物レンズOBJで発生するコマ収差と、エキスパンダーレンズEXP自身で発生するコマ収差偏芯誤差とが効果的にキャンセルされるので、第1レンズ群L1の偏芯誤差に対する許容公差を大きく確保することが可能となる。

【0026】

以上の説明では、第1レンズ群L1が対物レンズOBJに対して偏芯誤差を持った場合について説明したが、光ピックアップ装置用光学系OS1を、上述の(1)乃至(3)式を満足するように構成することで、第2レンズ群L2が対物レンズOBJに対して偏芯誤差を持った場合でも、集光スポットのコマ収差の増大を効果的に抑制することができる。

【0027】

以上、説明したように、この光ピックアップ装置用光学系OS1は、上述の(1)乃至(3)式を満足するように構成されているので、可動レンズ群の位置がアクチュエーターにより変更された際に、対物レンズOBJに対して偏芯誤差を持った場合でも集光スポットのコマ収差の増大を効果的に抑制することができる。その結果、可動レンズ群の位置を変更するためのアクチュエーターへの要求精度が緩やかになるので、光ピックアップ装置用光学系OSを搭載する光ピックアップ装置の製造コストを削減できる。

【0028】

請求項4に記載の光ピックアップ装置用光学系は、前記エキスパンダーレンズは少なくとも1つの非球面を有することで、本発明の効果をより有効に発揮できる。

【0029】

この光ピックアップ装置用光学系OS1では、エキスパンダーレンズEXPを構成するレンズ群が対物レンズOBJに対して偏芯誤差を持った場合に、エキスパンダーレンズEXP自身でコマ収差を故意に発生させる必要がある。そのためには、エキスパンダーレンズEXPは、それを構成するレンズ群に少なくとも1つの非球面を有するようにすると好ましい。そして、非球面を低コストに作製するためには、その光学面が非球面とされるエキスパンダーレンズEXPの構成レ

レンズ群はプラスチックレンズであることが好ましい。

【0030】

請求項5に記載の光ピックアップ装置用光学系は、前記対物レンズの開口数は0.8以上であるとともに、前記エキスパンダーレンズは、それを構成する前記レンズ群の間隔を変更することによって、前記対物レンズに入射する光束のマージナル光線の入射角度を変化させることができることを特徴とする。

【0031】

上述したように、対物レンズOBJの開口数が0.8以上に高められると、様々な誤差要因によって球面収差が容易に増大して光学性能が劣化する。この光ピックアップ装置用光学系OS1においては、エキスパンダーレンズEXの構成レンズ群の間隔を変更することで、対物レンズOBJに入射する光束のマージナル光線の入射角度を変化させることが可能であるように構成されているので、かかる球面収差を補正することができる。

【0032】

請求項6に記載の光ピックアップ装置用光学系は、前記対物レンズは、少なくとも2つのレンズ群から構成されたことを特徴とする。

【0033】

請求項7に記載の光ピックアップ装置用光学系は、前記エキスパンダーレンズの光軸上で測った全長が3mm以下であると、コンパクトな構成を提供できる。尚、ここでいう全長とは、平行光束を入射させた場合に平行光束が射出されるように、前記エキスパンダーレンズを構成するレンズ群の間隔を調整した状態における前記エキスパンダーレンズの長さをいうものとする。

【0034】

請求項8に記載の光ピックアップ装置用光学系は、前記エキスパンダーレンズに入射する光束の径をD1 (mm)、前記エキスパンダーレンズから射出される光束の径をD2 (mm) としたとき、前記エキスパンダーレンズの倍率 γ が次式を満たすことを特徴とする。

$$\gamma = D2 / D1 > 1.2 \quad (3a)$$

このようにエキスパンダーレンズの倍率を設定すると、光源とエキスパンダーレ

レンズの間の光学系（コリメートレンズや偏光ビームスプリッタ等）を小型化できるので、全体としてコンパクトな光ピックアップ装置用光学系を提供できる。

【0035】

このように、小型化のために、エキスパンダーレンズEXPの光軸上で測った全長を短くしたり、エキスパンダーレンズEXPの倍率を大きくしたりする場合、エキスパンダーレンズEXPの第1レンズ群L1が対物レンズOBJに対して偏芯誤差を持った場合に、対物レンズOBJに入射する斜め光束の入射角が大きくなるが、かかる場合においても、光ピックアップ装置用光学系OS1を、上述の（1）乃至（3）式を満足するように構成することで、エキスパンダーレンズEXPの第1レンズ群L1の偏芯誤差に対する許容公差を大きく確保することが可能となる。

【0036】

請求項9に記載の光ピックアップ装置は、

波長 λ （nm）の光束を射出する光源と、

前記光源から射出された光束を光情報記録媒体の情報記録面上に集光させることによって情報の記録及び／又は再生を行う光ピックアップ装置用光学系と、を有する光ピックアップ装置において、

前記光ピックアップ装置用光学系は、前記光情報記録媒体に対向して配置され、開口数が0.8以上とされた対物レンズと、前記光源と前記対物レンズとの間の光路中に配置され、少なくとも2つのレンズ群から構成されたエキスパンダーレンズとを備え、

前記エキスパンダーレンズを構成するレンズ群のうち少なくとも1つのレンズ群は、光軸方向に移動可能に構成されており、前記光軸方向に移動可能なレンズ群が、光軸方向に移動することによって、前記エキスパンダーレンズを構成するレンズ群の間隔を変更することで、前記情報記録面上に集光された集光スポットの球面収差補正を行うように機能し、

前記対物レンズの光軸から垂直方向に0.05mm以内の任意距離 $Y1$ （mm）離れた位置に集光するような前記波長 λ （nm）の軸外光束を、前記対物レンズに入射させた際の集光スポットのコマ収差を $W1CM$ （ λrms ）とし、

前記エキスパンダーレンズを構成するすべてのレンズ群と前記対物レンズとをその光軸が一致するように配置した場合に、前記光軸から垂直方向に前記距離 $Y1$ (mm) 離れた位置に集光するような前記波長 λ (nm) の軸外光束を、前記エキスパンダーレンズを介して前記対物レンズに入射させた際の集光スポットのコマ収差を $W2_{CM}(\lambda_{rms})$ としたとき、次式を満たすことを特徴とする。

$$W1_{CM} > W2_{CM} \quad (4)$$

本発明は、請求項 1 に記載の発明と同様な作用効果を奏するものである。

【0037】

請求項 10 に記載の光ピックアップ装置は、

波長 λ (nm) の光束を射出する光源と、

前記光源から射出された光束を光情報記録媒体の情報記録面上に集光させることによって情報の記録及び／又は再生を行う光ピックアップ装置用光学系と、を有する光ピックアップ装置において、

前記光ピックアップ装置用光学系は、前記光情報記録媒体に対向して配置され、開口数が 0.8 以上とされた対物レンズと、前記光源と前記対物レンズとの間の光路中に配置され、少なくとも 2 つのレンズ群から構成されたエキスパンダーレンズとを備え、

前記エキスパンダーレンズを構成するレンズ群のうち少なくとも 1 つのレンズ群は、光軸方向に移動可能に構成されており、前記光軸方向に移動可能なレンズ群が、光軸方向に移動することによって、前記エキスパンダーレンズを構成するレンズ群の間隔を変更することで、前記情報記録面上に集光された集光スポットの球面収差補正を行うように機能し、

前記波長 λ (nm) の軸外光束を、前記対物レンズに入射させた際の集光スポットのコマ収差が $0.07\lambda_{rms}$ 以内となるような像高範囲を $\pm H1$ (mm) (ただし、 $H1 > 0$) とし、

前記エキスパンダーレンズを構成するすべてのレンズ群と前記対物レンズとをその光軸が一致するように配置した場合に、前記波長 λ (nm) の軸外光束を、前記エキスパンダーレンズを介して前記対物レンズに入射させた際の集光スポッ

トのコマ収差が $0.07\lambda\text{rms}$ 以内となるような像高範囲を $\pm H2$ (mm) (ただし、 $H2 > 0$) としたとき、次式を満たすことを特徴とする。

$$H2 > H1 \quad (5)$$

本発明は、請求項2に記載の発明と同様な作用効果を奏するものである。

【0038】

請求項11に記載の光ピックアップ装置は、前記エキスパンダーレンズを構成するレンズ群のうち、前記光軸方向に移動可能なレンズ群以外のレンズ群と、前記対物レンズとを、その光軸が一致するように配置するとともに、前記光軸方向に移動可能なレンズ群を前記光軸から垂直方向に 0.1mm 以内の任意量 Δ (mm) 偏芯させて配置した場合に、前記波長 λ (nm) の軸上光束を、前記エキスパンダーレンズを介して前記対物レンズに入射させた際の集光スポットのコマ収差を $W3_{CM}$ (λrms) とし、前記集光スポットの前記光軸から垂直方向に測った距離を $Y2$ (mm) とし、

前記エキスパンダーレンズを構成するすべてのレンズ群と、前記対物レンズとを、その光軸が一致するように配置した場合に、前記光軸から垂直方向に前記距離 $Y2$ (mm) 離れた位置に集光するような前記波長 λ (nm) の軸外光束を、前記エキスパンダーレンズを介して前記対物レンズに入射させた際の集光スポットのコマ収差を $W4_{CM}$ (λrms) としたとき、次式を満たすことを特徴とする。

$$|(W3_{CM} - W4_{CM}) / W3_{CM}| < 0.5 \quad (6)$$

本発明は、請求項3に記載の発明と同様な作用効果を奏するものである。

【0039】

請求項12に記載の光ピックアップ装置は、前記エキスパンダーレンズは少なくとも1つの非球面を有することを特徴とする。本発明は、請求項4に記載の発明と同様な作用効果を奏するものである。

【0040】

請求項13に記載の光ピックアップ装置は、前記対物レンズは、少なくとも2つのレンズ群から構成されたことを特徴とする。本発明は、請求項6に記載の発

明と同様な作用効果を奏するものである。

【0041】

請求項14に記載の光ピックアップ装置は、前記エキスパンダーレンズの光軸上で測った全長が3mm以下であることを特徴とする。本発明は、請求項7に記載の発明と同様な作用効果を奏するものである。

【0042】

請求項15に記載の光ピックアップ装置は、前記エキスパンダーレンズに入射する光束の径をD1 (mm)、前記エキスパンダーレンズから射出される光束の径をD2 (mm)としたとき、前記エキスパンダーレンズの倍率 γ が次式を満たすことを特徴とする。

$$\gamma = D2 / D1 > 1.2 \quad (6a)$$

本発明は、請求項8に記載の発明と同様な作用効果を奏するものである。

【0043】

請求項16に記載の光情報記録再生装置は、請求項9乃至14のいずれか1項に記載の光ピックアップ装置と、前記光情報記録媒体を、前記光ピックアップ装置により情報信号の記録及び／又は再生が可能な位置に支持する光情報記録媒体支持手段と、を有することを特徴とする。「光情報記録再生装置」とは、光を用いて、音声や画像、映像等にかかる情報信号を記録し、及び／又は再生する装置をいうものとする。

【0044】

請求項17に記載の光ピックアップ装置用光学系は、入射光束の発散角を変更するカップリングレンズと、前記カップリングレンズからの光束を集光する対物レンズとを備えた光ピックアップ装置用光学系において、

前記対物レンズの光軸から垂直方向に0.05mm以内の任意距離Y1 (mm)離れた位置に集光するような波長 λ (nm)の軸外光束を、前記対物レンズに入射させた際の集光スポットのコマ収差をW1CM (λ rms)、

前記カップリングレンズと前記対物レンズとを、その光軸が一致するように配置した場合に、前記光軸から垂直方向に前記距離Y1 (mm)離れた位置に集光するような前記波長 λ (nm)の軸外光束を、前記カップリングレンズを介して

前記対物レンズに入射させた際の集光スポットのコマ収差を $W2_{CM} (\lambda_{rms})$ としたとき、次式を満たすことを特徴とする。

$$W1_{CM} > W2_{CM} \quad (7)$$

【0045】

図6～9は、本発明の光ピックアップ装置用光学系の概略断面図である。図6～9を参照して、本発明の原理を例を挙げて説明する。本発明に係わる第2の光ピックアップ装置用光学系OS2は、図6に示すように、図示しない光源から射出された発散光束の発散角を変更して対物レンズOBJに導くカップリングレンズCULと、このカップリングレンズCULを介した光束を、光ディスクODの保護層DPを介して情報記録面DR上に集光する対物レンズOBJとから構成されている。カップリングレンズCULは、光源からの発散光束を平行光束にコリメートして対物レンズOBJに導くコリメートレンズであってもよく、光源からの発散光束の発散角を小さくして、緩い発散光束として対物レンズOBJに導くレンズであってもよく、或いは、光源からの発散光束を収斂光束に変換して対物レンズOBJに導くレンズであってもよい。また、カップリングレンズCULは、1つのレンズ群から構成されるものであってもよく、また、複数のレンズ群から構成されるものでもよい。ここで用いた例及び後述する実施例2では、カップリングレンズCULは、1つのレンズ群から構成されるコリメートレンズである。そして、カップリングレンズCULは、対物レンズOBJとの間隔を変更することで、対物レンズOBJに入射する光束のマージナル光線の入射角度を変化させることができるように構成されている。すなわち、カップリングレンズCUL、対物レンズOBJの倍率を変化させることで、情報記録面DR上の集光スポットの球面収差をキャンセルする方向に作用することが可能に構成されている。

【0046】

この光ピックアップ装置用光学系OS2の対物レンズOBJは、上述した光ピックアップ装置用光学系OS1の対物レンズOBJと同様であるので、詳細な説明は割愛する。

【0047】

光ピックアップ装置用光学系 OS 2 において、図 7 に示すように、カップリングレンズ CUL が対物レンズ OBJ に対して偏芯誤差を持った場合、カップリングレンズ CUL を経て対物レンズ OBJ に入射する光束は画角を持った斜め光束となる。対物レンズ OBJ として上述のように軸外特性におけるコマ収差が残留した対物レンズを使用する場合、この斜め光束の入射により集光スポットのコマ収差が増大してその集光性能が劣化する。

【0048】

そこで、この光ピックアップ装置用光学系 OS においては、図 8 に示すように、対物レンズ OBJ の光軸から垂直方向に 0.05 mm 以内の任意距離 Y1 (mm) 離れた位置に集光するような、波長 λ (nm) の軸外光束を、対物レンズ OBJ に入射させた際の集光スポットのコマ収差を $W1_{CM}(\lambda_{rms})$ とし、図 9 に示すように、カップリングレンズ CUL と対物レンズ OBJ とをその光軸が一致するように配置した場合に、この光軸から垂直方向に前記距離 Y1 (mm) 離れた位置に集光するような前記波長 λ (nm) の軸外光束を、カップリングレンズ CUL を介して対物レンズ OBJ に入射させた際の集光スポットのコマ収差を $W2_{CM}(\lambda_{rms})$ としたとき、次式 (7) を満足するように構成されている。

$$W1_{CM} > W2_{CM} \quad (7)$$

【0049】

すなわち、この光ピックアップ装置用光学系 OS 2 においては、対物レンズ OBJ 単体の軸外特性のコマ収差 $W1_{CM}(\lambda_{rms})$ に対して、この対物レンズ OBJ とカップリングレンズ CUL とを組み合わせた場合の軸外特性のコマ収差 $W2_{CM}(\lambda_{rms})$ が小さくなるようなカップリングレンズ CUL を備えている。このように光ピックアップ装置用光学系 OS 2 を構成すると、図 7 に示すように、カップリングレンズ CUL が対物レンズ OBJ に対して偏芯誤差を持った場合に、対物レンズ OBJ に対して斜め光束が入射することにより発生する集光スポットのコマ収差の増大を抑制できる。かかるコマ収差の増大を効果的に抑制するためには、次式 (7') 式を満足するように光ピックアップ装置用光学系 OS 2 を構成するのが好ましい。

$$(2/3) \cdot W1_{CM} > W2_{CM} \quad (7')$$

)

【0050】

請求項18に記載の光ピックアップ装置用光学系は、

入射光束の発散角を変更するカップリングレンズと、前記カップリングレンズからの光束を集光する対物レンズとを備えた光ピックアップ装置用光学系において、

波長 λ (nm) の軸外光束を、前記対物レンズに入射させた際の集光スポットのコマ収差が $0.07 \lambda \text{ rms}$ 以内となるような像高範囲を $\pm H1$ (mm) (ただし、 $H1 > 0$) とし、

前記カップリングレンズと前記対物レンズとを、その光軸が一致するように配置した場合に、前記波長 λ (nm) の軸外光束を、前記カップリングレンズを介して前記対物レンズに入射させた際の集光スポットのコマ収差が $0.07 \lambda \text{ rms}$ 以内となるような像高範囲を $\pm H2$ (mm) (ただし、 $H2 > 0$) としたとき、次式を満たすことを特徴とする。

$$H2 > H1 \quad (8)$$

【0051】

請求項17に記載された技術的思想について、別の見方をすると請求項18に記載のようになる。すなわち、この光ピックアップ装置用光学系 OS2 は、波長 λ (nm) の軸外光束を、対物レンズ OBJ に入射させた際の集光スポットのコマ収差が $0.07 \lambda \text{ rms}$ 以内となるような像高範囲を $\pm H1$ (mm) (ただし、 $H1 > 0$) とし、カップリングレンズ CUL と対物レンズ OBJ とをその光軸が一致するように配置した場合に、前記波長 λ (nm) の軸外光束を、カップリングレンズ CUL を介して対物レンズ OBJ に入射させた際の集光スポットのコマ収差が $0.07 \lambda \text{ rms}$ 以内となるような像高範囲を $\pm H2$ (mm) (ただし、 $H2 > 0$) としたとき、上式 (8) を満たすように構成されているので、カップリングレンズ CUL が対物レンズ OBJ に対して偏芯誤差を持った場合に、対物レンズ OBJ に対して斜め光束が入射することにより発生する集光スポットのコマ収差の増大を抑制できる。

【0052】

さらに、図7に示すように、カップリングレンズCULが対物レンズOBJに対して偏芯誤差を持った場合に、対物レンズOBJに対して斜め光束が入射することにより発生する集光スポットのコマ収差の増大をより効果的に抑制するためには、光ピックアップ装置用光学系OS2を、請求項19に記載するように構成するのが好ましい。

【0053】

請求項19に記載の光ピックアップ装置用光学系は、前記カップリングレンズを、前記対物レンズの光軸から垂直方向に0.1mm以内の任意量 Δ (mm) 偏芯させて配置した場合に、前記波長 λ (nm) の軸上光束を、前記カップリングレンズを介して前記対物レンズに入射させた際の集光スポットのコマ収差を $W3_{CM}$ (λ_{rms}) とし、前記集光スポットの前記光軸から垂直方向に測った距離を $Y2$ (mm) とし、

前記カップリングレンズと前記対物レンズとを、その光軸が一致するように配置した場合に、前記光軸から垂直方向に前記距離 $Y2$ (mm) 離れた位置に集光するような前記波長 λ (nm) の軸外光束を、前記カップリングレンズを介して前記対物レンズに入射させた際の集光スポットのコマ収差を $W4_{CM}$ (λ_{rms}) としたとき、次式を満たすことを特徴とする。

$$|(W3_{CM} - W4_{CM}) / W3_{CM}| < 0.5 \quad (9)$$

【0054】

図7に示すように、カップリングレンズCULを前記光軸から垂直方向に0.1mm以内の任意量 Δ (mm) 偏芯させて配置した場合に、前記波長 λ (nm) の軸上光束を、カップリングレンズCULを介して対物レンズOBJに入射させた際の集光スポットのコマ収差を $W3_{CM}$ (λ_{rms})、前記集光スポットの前記光軸から垂直方向に測った距離を $Y2$ (mm) とし、図9に示すように、カップリングレンズCULと対物レンズOBJとをその光軸が一致するように配置した場合に、前記光軸から垂直方向に前記距離 $Y2$ (mm) 離れた位置に集光するような前記波長 λ (nm) の軸外光束を、カップリングレンズCULを介して対

物レンズOBJに入射させた際の集光スポットのコマ収差を $W4CM(\lambda rms)$ としたとき、上式(9)を満足することで、カップリングレンズCULが対物レンズOBJに対して偏芯誤差を持った場合に、対物レンズOBJに対して斜め光束が入射することにより発生する集光スポットのコマ収差の増大をより効果的に抑制することができる。

【0055】

以上説明したように、本発明に係わる光ピックアップ装置用光学系OS2は、上述の(7)乃至(9)式を満足するように構成されているので、図7に示すように、カップリングレンズCULが対物レンズOBJに対して偏芯誤差を持った場合に、対物レンズOBJに対して斜め光束が入射することにより対物レンズOBJで発生するコマ収差と、カップリングレンズCUL自身で発生するコマ収差偏芯誤差とが効果的にキャンセルされるので、カップリングレンズCULの偏芯誤差に対する許容公差を大きく確保することが可能となる。

【0056】

特に、小型化のために、カップリングレンズCULの開口数を大きくする場合、カップリングレンズCULが対物レンズOBJに対して偏芯誤差を持った場合に、対物レンズOBJに入射する斜め光束の入射角が大きくなるが、かかる場合においても、光ピックアップ装置用光学系OS2を、上述の(7)乃至(9)式を満足するように構成することで、カップリングレンズCULの偏芯誤差に対する許容公差を大きく確保することが可能となる。

【0057】

請求項20に記載の光ピックアップ装置用光学系は、前記カップリングレンズは少なくとも1つの非球面を有することを特徴とする。

【0058】

この光ピックアップ装置用光学系OS2では、カップリングレンズCULが対物レンズOBJに対して偏芯誤差を持った場合に、カップリングレンズCUL自身でコマ収差を故意に発生させる必要がある。このため、カップリングレンズCULは構成レンズ群に少なくとも1つの非球面を有するようにすると好ましい。そして、非球面を低コストに作製するためには、その光学面が非球面とされるカ

カップリングレンズ CUL はプラスチックレンズであることが好ましい。

【0059】

請求項 21 に記載の光ピックアップ装置用光学系は、前記対物レンズの開口数は 0.8 以上であるとともに、前記カップリングレンズは、前記対物レンズとの間隔を変更することによって、前記対物レンズに入射する光束のマージナル光線の入射角度を変化させることができることを特徴とする。

【0060】

上述したように、対物レンズ OBJ の開口数が 0.8 以上に高められると、様々な誤差要因によって球面収差が容易に増大して光学性能が劣化する。この光ピックアップ装置用光学系 OS2 においては、カップリングレンズ CUL と対物レンズ OBJ との間隔を変更することで、対物レンズ OBJ に入射する光束のマージナル光線の入射角度を変化させることができるように構成されているので、かかる球面収差を補正することができる。そして、この光ピックアップ装置用光学系 OS2 は、上述の (7) 乃至 (9) 式を満足するように構成されているので、対物レンズ OBJ の位置がアクチュエーターにより変更された際に、対物レンズ OBJ に対して偏芯誤差を持った場合でも集光スポットのコマ収差の増大を効果的に抑制することができる。その結果、対物レンズ OBJ の位置を変更するためのアクチュエーターへの要求精度が厳しくなりすぎないので、光ピックアップ装置用光学系 OS2 を搭載する光ピックアップ装置の製造コストを削減できる。

【0061】

請求項 22 に記載の光ピックアップ装置用光学系は、前記対物レンズは、少なくとも 2 つのレンズ群から構成されたことを特徴とする。

【0062】

請求項 23 に記載の光ピックアップ装置用光学系は、前記対物レンズの開口数に対する前記カップリングレンズの開口数の比の絶対値が 0.1 より大きいことを特徴とする。

【0063】

請求項 24 に記載の光ピックアップ装置は、
波長 λ (nm) の光束を射出する光源と、

前記光源から射出された光束を光情報記録媒体の情報記録面上に集光させることによって情報の記録及び／又は再生を行う光ピックアップ装置用光学系と、を有する光ピックアップ装置において、

前記光ピックアップ装置用光学系は、前記光情報記録媒体に対向して配置され、開口数が 0.8 以上とされた対物レンズと、前記光源と前記対物レンズとの間の光路中に配置され、前記光源から射出された発散光束の発散角を変更するカップリングレンズとを備え、前記カップリングレンズは光軸方向に移動可能に構成されており、カップリングレンズが光軸方向に移動することによって前記対物レンズとの間隔を変更することで、前記情報記録面上に集光された集光スポットの球面収差補正を行うように機能し、

前記対物レンズの光軸から垂直方向に 0.05 mm 以内の任意距離 Y_1 (mm) 離れた位置に集光するような前記波長 λ (nm) の軸外光束を、前記対物レンズに入射させた際の集光スポットのコマ収差を $W1_{CM}(\lambda_{rms})$ とし、

前記カップリングレンズと前記対物レンズとを、その光軸が一致するように配置した場合に、前記光軸から垂直方向に前記距離 Y_1 (mm) 離れた位置に集光するような前記波長 λ (nm) の軸外光束を、前記カップリングレンズを介して前記対物レンズに入射させた際の集光スポットのコマ収差を $W2_{CM}(\lambda_{rms})$ としたとき、次式を満たすことを特徴とする。

$$W1_{CM} > W2_{CM} \quad (10)$$

本発明は、請求項 17 に記載の発明と同様な作用効果を奏する。

【0064】

請求項 25 に記載の光ピックアップ装置は、

波長 λ (nm) の光束を射出する光源と、

前記光源から射出された光束を光情報記録媒体の情報記録面上に集光させることによって情報の記録及び／又は再生を行う光ピックアップ装置用光学系と、を有する光ピックアップ装置において、

前記光ピックアップ装置用光学系は、前記光情報記録媒体に対向して配置され、開口数が 0.8 以上とされた対物レンズと、前記光源と前記対物レンズとの間

の光路中に配置され、前記光源から射出された発散光束の発散角を変更するカップリングレンズとを備え、前記カップリングレンズは光軸方向に移動可能に構成されており、カップリングレンズが光軸方向に移動することによって前記対物レンズとの間隔を変更することで、前記情報記録面上に集光された集光スポットの球面収差補正を行うように機能し、

前記波長 λ (nm) の軸外光束を、前記対物レンズに入射させた際の集光スポットのコマ収差が 0.07λ rms 以内となるような像高範囲を $\pm H1$ (mm) (ただし、 $H1 > 0$) とし、

前記カップリングレンズと前記対物レンズとを、その光軸が一致するように配置した場合に、前記波長 λ (nm) の軸外光束を、前記カップリングレンズを介して前記対物レンズに入射させた際の集光スポットのコマ収差が 0.07λ rms 以内となるような像高範囲を $\pm H2$ (mm) (ただし、 $H2 > 0$) としたとき、次式を満たすことを特徴とする。

$$H2 > H1 \quad (11)$$

本発明は、請求項 18 に記載の発明と同様な作用効果を奏する。

【0065】

請求項 26 に記載の光ピックアップ装置は、前記カップリングレンズを前記対物レンズの光軸から垂直方向に 0.1 mm 以内の任意量 Δ (mm) 偏芯させて配置した場合に、前記波長 λ (nm) の軸上光束を、前記カップリングレンズを介して前記対物レンズに入射させた際の集光スポットのコマ収差を $W3_{CM}$ (λ rms) とし、前記集光スポットの前記光軸から垂直方向に測った距離を $Y2$ (mm) とし、

前記カップリングレンズと前記対物レンズとをその光軸が一致するように配置した場合に、前記光軸から垂直方向に前記距離 $Y2$ (mm) 離れた位置に集光するような前記波長 λ (nm) の軸外光束を、前記カップリングレンズを介して前記対物レンズに入射させた際の集光スポットのコマ収差を $W4_{CM}$ (λ rms) としたとき、次式を満たすことを特徴とする。

$$|(W3_{CM} - W4_{CM}) / W3_{CM}| < 0.5 \quad (12)$$

本発明は、請求項 19 に記載の発明と同様な作用効果を奏する。

【0066】

請求項 27 に記載の光ピックアップ装置は、前記カップリングレンズは少なくとも 1 つの非球面を有することを特徴とする。本発明は、請求項 20 に記載の発明と同様な作用効果を奏する。

【0067】

請求項 28 に記載の光ピックアップ装置は、前記対物レンズは、少なくとも 2 つのレンズ群から構成されたことを特徴とする。本発明は、請求項 22 に記載の発明と同様な作用効果を奏する。

【0068】

請求項 29 に記載の光ピックアップ装置は、前記対物レンズの開口数に対する前記カップリングレンズの開口数の比の絶対値が 0.1 より大きいことを特徴とする。本発明は、請求項 23 に記載の発明と同様な作用効果を奏する。

【0069】

請求項 30 に記載の光情報記録再生装置は、請求項 24 乃至 29 のいずれか 1 項に記載の光ピックアップ装置と、前記光情報記録媒体を、前記光ピックアップ装置により情報信号の記録及び／又は再生が可能な位置に支持する光情報記録媒体支持手段と、を有することを特徴とする。

【0070】

なお、本明細書において、対物レンズとは、狭義には光ピックアップ装置に光情報記録媒体（光ディスク）を装填した状態において、最も光情報記録媒体側の位置で、これと対向すべく配置される集光作用を有するレンズを指し、広義にはそのレンズとともに、アクチュエータによって少なくともその光軸方向に駆動可能なレンズを指すものとする。従って、本明細書において、対物レンズの開口数とは、対物レンズの最も光情報記録媒体側に位置する光学面の開口数であって、それぞれの光情報記録媒体の規格で規定されている開口数、あるいは、それぞれの光情報記録媒体に対して、使用する光源の波長に応じ、情報の記録及び／又は再生をするために必要なスポット径を得ることができる、回折限界性能を有する開口数（像側開口数ともいう）を指すものとする。

【0071】

また、本明細書において、情報の記録とは、上記のような光情報記録媒体の情報記録面上に情報を記録することをいう。また、本明細書において、情報の再生とは、上記のような光情報記録媒体の情報記録面上に記録された情報を再生することをいう。本発明による対物レンズは、記録だけあるいは再生だけを行うために用いられるものであってもよいし、記録および再生の両方を行うために用いられるものであってもよい。また、ある光情報記録媒体に対しては記録を行い、別の光情報記録媒体に対しては再生を行うために用いられるものであってもよいし、ある光情報記録媒体に対しては記録または再生を行い、別の光情報記録媒体に対しては記録および再生を行うために用いられるものであってもよい。なお、ここでいう再生とは、単に情報を読み取ることを含むものである。

【0072】

また、本明細書において、軸上光束とは、対物レンズの光軸上に配置された光源から射出される光束を指し、軸外光束とは、対物レンズの光軸から垂直方向に離れた位置に配置された光源から射出される光束を指すものとする。

【0073】

【発明の実施の形態】

以下、本発明による光ピックアップ装置用の対物レンズの実施の形態について、図面を参照しつつ説明する。図5は、第1の実施の形態にかかる光ピックアップ装置用光学系の概略断面図である。本実施の形態に係わる第1の光ピックアップ光学系OS1を搭載した光ピックアップ装置PU1は、図5に示すように光源となる半導体レーザLDを備えている。半導体レーザLDは、波長400nm程度の光束を射出するGaN系青紫色半導体レーザ或いは、SHG青紫色レーザである。この半導体レーザLDから射出された発散光束は、偏光ビームスプリッタBsを透過し、1/4波長板WPを経て円偏光の光束となった後、コリメートレンズCOLで平行光束となる。この平行光束はエキスパンダーレンズEXPに入射される。エキスパンダーレンズEXPを経た光束は、光束径を拡大され、絞りSTを経た後、対物レンズOBJによって光ディスクODの保護層DPを介して光ディスク（光情報記録媒体ともいう）ODの情報記録面DR上に形成される集

光スポットとなる。

【0074】

対物レンズOBJは、その周辺に配置された2軸アクチュエータAC1によってフォーカス方向及びトラッキング方向に駆動される。対物レンズOBJは光ディスクOD側の開口数が0.80以上とされており、それぞれのレンズ群の光学面と一体成形されたフランジ部FL1及びFL2を互いに嵌合することにより一体に組み立てられている。そして、第1レンズ群E1のフランジ部FL1により、光ピックアップ装置PU1に精度よく取り付けることができる。

【0075】

情報記録面DRで情報ビットにより変調された反射光束は、再び対物レンズOBJ、絞りST、エキスパンダーレンズEXを透過した後、コリメートレンズCOLにより収斂光束となる。この収斂光束は、1/4波長板WPにより直線偏光とされた後、偏光ビームスプリッタBSによって反射され、シリンドリカルレンズCY、凹レンズNLを経ることによって非点収差が与えられ、光検出器PDの受光面上に収束する。そして、光検出器PDの出力信号に基づいて生成されたフォーカスエラー信号やトラッキングエラー信号を用いて、光ディスクODに対して情報の記録及び／又は再生を行うようになっている。

【0076】

尚、光情報記録再生装置は、上述した光ピックアップ装置PU1と、光ディスクODを、この光ピックアップ装置により情報の記録及び／又は再生が可能に支持する図示しない光情報記録媒体支持手段とを有して構成されるものである。光情報記録媒体支持手段は、光ディスクODの中心部分を保持して回転操作する回転駆動装置によって構成される。

【0077】

上述のように構成された光ピックアップ装置PU1及び光情報記録再生装置における光ピックアップ装置PU1において、様々な誤差要因によって情報記録面上の集光スポットの球面収差が増大した場合には、球面収差の増大量に対応して、エキスパンダーレンズEXの第1レンズ群L1の位置を1軸アクチュエータAC2により変更することで、かかる球面収差を補正する。集光スポットの球面収

差が過剰補正方向（オーバー方向）に増大した場合には、第1レンズ群L1と第2レンズ群L2との間隔が小さくなるように、第1レンズ群L1を動かし、集光スポットの球面収差が過剰不足方向（アンダー方向）に増大した場合には、第1レンズ群L1と第2レンズ群L2との間隔が大きくなるように、第1レンズ群L1を動かす。この際、移動により、第1レンズ群L1の対物レンズOBJに対する偏芯誤差が発生するが、光ピックアップ装置用光学系OS1は、上述の（1）乃至（3）式を満足するように構成されているので、集光スポットのコマ収差の増大を効果的に抑制することができる。

【0078】

図10は、第2の実施の形態にかかる光ピックアップ装置用光学系の概略断面図である。本実施の形態に係わる第2の光ピックアップ光学系OS2を搭載した光ピックアップ装置PU2は、図10に示すように光源となる半導体レーザLDを備えている。半導体レーザLDは、波長400nm程度の光束を射出するGaN系青紫色半導体レーザ或いは、SHG青紫色レーザである。この半導体レーザLDから射出された発散光束は、偏光ビームスプリッタBSを透過し、1/4波長板WPを経て円偏光の光束となった後、カップリングレンズCULで平行光束となる。カップリングレンズCULを経た光束は、絞りをST経た後、対物レンズOBJによって光ディスクODの保護層DPを介して情報記録面DR上に形成される集光スポットとなる。対物レンズOBJは、その周辺に配置された2軸アクチュエータAC1によってフォーカス方向及びトラッキング方向に駆動される。対物レンズOBJは光ディスクOD側の開口数が0.80以上とされており、光学面と一体成形されたフランジ部FLにより、光ピックアップ装置PU2に精度よく取り付けることができる。

【0079】

情報記録面DRで情報ピットにより変調された反射光束は、再び対物レンズOBJ、絞りSTを透過した後、カップリングレンズCULにより収斂光束となる。この収斂光束は、1/4波長板WPにより直線偏光とされた後、偏光ビームスプリッタBSによって反射され、シリンダリカルレンズCY、凹レンズNLを経ることによって非点収差が与えられ、光検出器PDの受光面上に収束する。そし

て、光検出器 PD の出力信号に基づいて生成されたフォーカスエラー信号やトラッキングエラー信号を用いて光ディスク OD に対して情報の記録及び／又は再生を行う。

【0080】

尚、光情報記録再生装置は、上述した光ピックアップ装置 PU2 と、光ディスク OD をこの光ピックアップ装置により情報の記録及び／又は再生が可能に支持する図示しない光情報記録媒体支持手段とを有して構成されるものである。光情報記録媒体支持手段は、光ディスク OD の中心部分を保持して回転操作する回転駆動装置によって構成される。

【0081】

上述のように構成された光ピックアップ装置 PU2 及び上述の光情報記録再生装置における光ピックアップ装置 PU2 において、様々な誤差要因によって情報記録面上の集光スポットの球面収差が増大した場合には、球面収差の増大量に対応して、カップリングレンズ CUL の位置を 1 軸アクチュエータ AC2 により変更することで、かかる球面収差を補正する。集光スポットの球面収差が過剰補正方向（オーバー方向）に増大した場合には、カップリングレンズ CUL と対物レンズ OBJ との間隔が大きくなるように、カップリングレンズ cUL を動かし、集光スポットの球面収差が過剰不足方向（アンダー方向）に増大した場合には、カップリングレンズ CUL と対物レンズ OBJ との間隔が小さくなるように、カップリングレンズ CUL を動かす。この際、移動により、カップリングレンズ CUL の対物レンズ OBJ に対する偏芯誤差が発生するが、光ピックアップ装置用光学系 OS2 は、上述の（1）乃至（3）式を満足するように構成されているので、集光スポットのコマ収差の増大を効果的に抑制することができる。

【0082】

（実施例）

次に、上述した光ピックアップ光学系 OS1 及び OS2 として好適な実施例を 2 例提示する。各実施例の光ピックアップ光学系における非球面は、その面の頂点に接する平面からの変形量を X （mm）、光軸に垂直な方向の高さを h （mm）、曲率半径を r （mm）とすると、次の数 1 で表される。ただし、 κ を円錐

係数、A、i を非球面係数とする。

【数 1】

$$X = \frac{h^2/r}{1 + \sqrt{1 - (1 + \kappa)h^2/r^2}} + \sum_{i=2}^8 A_{2i} h^{2i}$$

【0083】

また、各実施例のレンズデータ表において、r (mm) は曲率半径、d (mm) は面間隔、N_d は d 線における屈折率、N_λ は波長 405 nm における屈折率、ν_d は d 線におけるアッベ数を表している。尚、これ以降（表のレンズデータ含む）において、10 のべき乗数（例えば 2.5 × 10⁻³）を、E（例えば 2.5 × E⁻³）を用いて表すものとする。

【0084】

（実施例 1）

表 1 に、実施例 1 の光ピックアップ装置用光学系のレンズデータを示し、図 11 にその断面図を示す。実施例 1 の光ピックアップ装置用光学系は、上述した光ピックアップ光学系 OS 1 として好適なものであって、負レンズ L 1 と正レンズ L 2 の 2 つのプラスチックレンズから構成された、光束径を変換するエキスパンダーレンズ EXP と、このエキスパンダーレンズ EXP を介した波長 405 nm の光束を、0.1 mm の厚さの保護層 DP を介して、光ディスク OD の情報記録面 DR 上に集光するための 2 つのプラスチックレンズから構成された焦点距離 1.76 mm、開口数 0.85 の対物レンズ OBJ とを有する。

【表 1】

面番号	r(mm)	d(mm)	N _d	ν_d	備考
0		∞			光源
1	-3.6224	0.8000	1.52469	56.5	エキスパンダー レンズ
2	66.0162	0.6000			
3	21.5167	1.0000	1.52469	56.5	
4	-5.2505	18.0000			
5	2.0966	2.5000	1.56013	56.5	対物レンズ
6	6.2900	0.0500			
7	0.8880	1.1000	1.52469	56.3	
8	∞	0.2559			
9	∞	0.1000	1.61950	30.0	保護層
10	∞				

非球面係数

	第1面	第2面	第3面	第4面
κ	-6.97814E-01	0.00000E+00	-2.95711E+01	-5.00803E-01
A4	-9.95924E-06	4.79783E-05	-2.18911E-04	-3.87717E-05
A6	1.47066E-01	5.89417E-05	3.79034E-05	3.29108E-05
A8	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
A10	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
A12	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
A14	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
A16	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00

非球面係数

	第5面	第6面	第7面
κ	-1.68114E-01	4.86250E+00	-8.09269E-01
A4	-4.68333E-03	-2.21547E-03	1.16941E-01
A6	6.11061E-04	1.75411E-02	2.88743E-02
A8	-9.46597E-04	-9.51333E-03	1.27454E-01
A10	2.33843E-04	-1.79513E-02	-8.77260E-02
A12	-1.55675E-04	8.98785E-03	0.00000E+00
A14	6.63819E-05	0.00000E+00	0.00000E+00
A16	-1.88569E-05	0.00000E+00	0.00000E+00

【0085】

対物レンズOBJは、各レンズの光学面同士の光軸ずれや、各レンズを組み立てる際の偏芯誤差に対する許容公差を十分に確保し、さらに、光ディスクODに対して情報の記録及び／又は再生を行う際の作動距離を十分に確保したために、図12に示すような軸外特性におけるコマ収差 $W1CM$ が残存している。そして、エキスパンダーレンズEXPは、光ピックアップ装置用光学系の小型化のために、倍率を1.25倍とし、負レンズL1と正レンズL2との間隔を0.6mmに設定している。

【0086】

この光ピックアップ装置用光学系では、図 12 に示すように、エキスパンダーレンズ E X P と対物レンズ O B J とを組み合わせた系の軸外特性 $W2_{CM}$ が上述の (1) 及び (2) 式を満足し、かつ、以下の表 2 に具体的な数値を示すように、上述の (3) 式を満足するように、エキスパンダーレンズ E X の非球面形状を決定している。このようにエキスパンダーレンズ E X P の非球面形状を決定することにより、この光ピックアップ装置用光学系は、エキスパンダーレンズ E X P の各レンズが対物レンズ O B J に対して偏芯誤差を持った場合に、対物レンズ O B J に対して斜め光束が入射することにより対物レンズ O B J で発生するコマ収差と、エキスパンダーレンズ E X P 自身で発生するコマ収差とが効果的にキャンセルしあう。その結果、図 13 に示すように、小型化された光ピックアップ装置用光学系でありながら、エキスパンダーレンズ E X P の各レンズの偏芯誤差に対する許容公差を大きく確保している。

【表 2】

	L1偏芯	L2偏芯
Δ	0.1mm	0.1mm
Y2	0.022mm	0.022mm
$W3_{CM}$	$0.011\lambda_{rms}$	$0.010\lambda_{rms}$
$W4_{CM}$	$0.010\lambda_{rms}$	$0.011\lambda_{rms}$
$ (W3_{CM}-W4_{CM})/W3_{CM} $	0.09	0.10

【0087】

(実施例 2)

表 3 に、実施例 1 の光ピックアップ装置用光学系のレンズデータを示し、図 14 にその断面図を示す、実施例 2 の光ピックアップ装置用光学系は、上述した光ピックアップ光学系 O S 2 として好適なものであって、光源から射出された波長 405 nm の発散光束を平行光束に変換して対物レンズ O B J に導くカップリングレンズ C U L と、このカップリングレンズ C U L を介した光束を、0.1 mm の厚さの保護層 D P を介して、光ディスク O D の情報記録面 D R 上に集光するための 2 つのプラスチックレンズから構成された焦点距離 1.76 mm、開口数 0

． 85 の対物レンズOBJとを有する。対物レンズOBJは実施例1の光ピックアップ装置用光学系における対物レンズOBJと同じものであり、図15に示すような軸外特性におけるコマ収差 $W1_{CM}$ が残存している。そして、カップリングレンズCULは、光ピックアップ装置用光学系の小型化のために、開口数を0．15とし、焦点距離を10mmに設定している。

【表3】

面番号	r(mm)	d(mm)	N_d	ν_d	備考
0		9.4060			光源
1	20.0406	1.2000	1.52469	56.5	カップリング レンズ
2	-6.9614	15.0000			
3	2.0966	2.5000	1.56013	56.5	対物レンズ
4	6.2900	0.0500			
5	0.8880	1.1000	1.52469	56.3	
6	∞	0.2559			
7	∞	0.1000	1.61950	30.0	保護層
8	∞				

非球面係数

	第1面	第2面
κ	-4.16531E-01	7.60324E-01
A4	-3.96832E-04	4.46246E-04
A6	0.00000E+00	8.02679E-06
A8	0.00000E+00	0.00000E+00
A10	0.00000E+00	0.00000E+00
A12	0.00000E+00	0.00000E+00
A14	0.00000E+00	0.00000E+00
A16	0.00000E+00	0.00000E+00

非球面係数

	第3面	第4面	第5面
κ	-1.68114E-01	4.86250E+00	-8.09269E-01
A4	-4.68333E-03	-2.21547E-03	1.16941E-01
A6	6.11061E-04	1.75411E-02	2.88743E-02
A8	-9.46597E-04	-9.51333E-03	1.27454E-01
A10	2.33843E-04	-1.79513E-02	-8.77260E-02
A12	-1.55675E-04	8.98785E-03	0.00000E+00
A14	6.63819E-05	0.00000E+00	0.00000E+00
A16	-1.88569E-05	0.00000E+00	0.00000E+00

【0088】

この光ピックアップ装置用光学系では、図15に示すように、カップリングレンズCULと対物レンズOBJとを組み合わせた系の軸外特性 $W2_{CM}$ が上述の(7)及び(8)式を満足し、かつ、以下の表4に具体的な数値を示すように、上述の(9)式を満足するように、カップリングレンズCULの非球面形状を決

定している。このようにカップリングレンズCULの非球面形状を決定することにより、この光ピックアップ装置用光学系は、カップリングレンズCULが対物レンズOBJに対して偏芯誤差を持った場合に、対物レンズOBJに対して斜め光束が入射することにより対物レンズOBJで発生するコマ収差と、カップリングレンズCUL自身で発生するコマ収差とが効果的にキャンセルしあう。その結果、図16に示すように、小型化された光ピックアップ装置用光学系でありながら、カップリングレンズCULの偏芯誤差に対する許容公差を大きく確保している。

【表4】

	COL偏芯
Δ	0.1mm
Y2	0.018mm
W3CM	0.010 λ rms
W4CM	0.009 λ rms
$ (W3CM-W4CM)/W3CM $	0.10

【0089】

【発明の効果】

本発明によれば、波長の短い光源と、開口数の大きい対物レンズを使用し、光源と対物レンズとの間の光路中に配置されたエキスパンダーレンズ或いはカップリングレンズによって集光スポットの球面収差を補正する光ピックアップ装置用光学系に用いる、可動レンズが偏芯誤差を持った場合でも、集光性能の劣化の小さい光ピックアップ装置用光学系を提供することができる。特に、小型化のために、エキスパンダーレンズのレンズ群間隔を小さくしたり、エキスパンダーレンズの倍率を大きくしたり、カップリングレンズの開口数を大きくした場合でも、可動レンズの偏芯誤差に対して集光性能の劣化の小さい光ピックアップ装置用光学系を提供することができる。そして、この光ピックアップ装置用光学系を備えた光ピックアップ装置、あるいは光情報記録再生装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】**【図 1】**

本発明にかかる第 1 の光ピックアップ装置用光学系の概略断面図である。

【図 2】

本発明にかかる第 1 の光ピックアップ装置用光学系の概略断面図である。

【図 3】

本発明にかかる第 1 の光ピックアップ装置用光学系の概略断面図である。

【図 4】

本発明にかかる第 1 の光ピックアップ装置用光学系の概略断面図である。

【図 5】

第 1 の実施の形態にかかる光ピックアップ装置の構成を概略的に示す図である。

【図 6】

本発明にかかる第 2 の光ピックアップ装置用光学系の概略断面図である。

【図 7】

本発明にかかる第 2 の光ピックアップ装置用光学系の概略断面図である。

【図 8】

本発明にかかる第 2 の光ピックアップ装置用光学系の概略断面図である。

【図 9】

本発明にかかる第 2 の光ピックアップ装置用光学系の概略断面図である。

【図 10】

第 2 の実施の形態にかかる光ピックアップ装置の構成を概略的に示す図である。

【図 11】

実施例 1 にかかる光ピックアップ装置用光学系の断面図である。

【図 12】

実施例 1 にかかる光ピックアップ装置用光学系の像高と波面収差との関係を示す図である。

【図 13】

波面収差と偏芯量との関係を示す図である。

【図 1 4】

実施例 2 にかかる光ピックアップ装置用光学系の断面図である。

【図 1 5】

実施例 2 にかかる光ピックアップ装置用光学系の像高と波面収差との関係を示す図である。

【図 1 6】

波面収差と偏芯量との関係を示す図である。

【符号の説明】

OS 1, OS 2 光ピックアップ装置

OBJ 対物レンズ

EXP エキスパンダーレンズ

CUL カップリングレンズ

LD 半導体レーザ

AC 1, AC 2 アクチュエータ

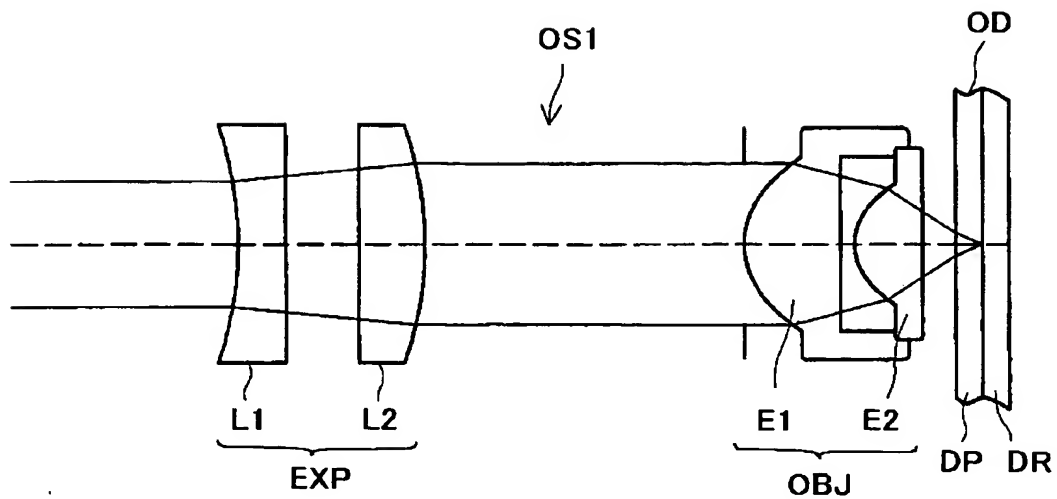
ST 絞リ

PD 光検出器

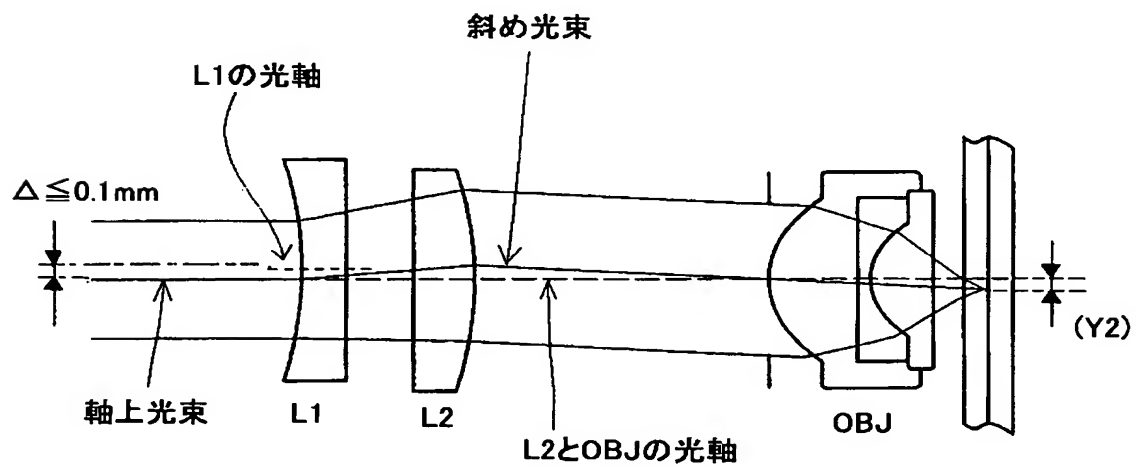
OD 光ディスク

【書類名】 図面

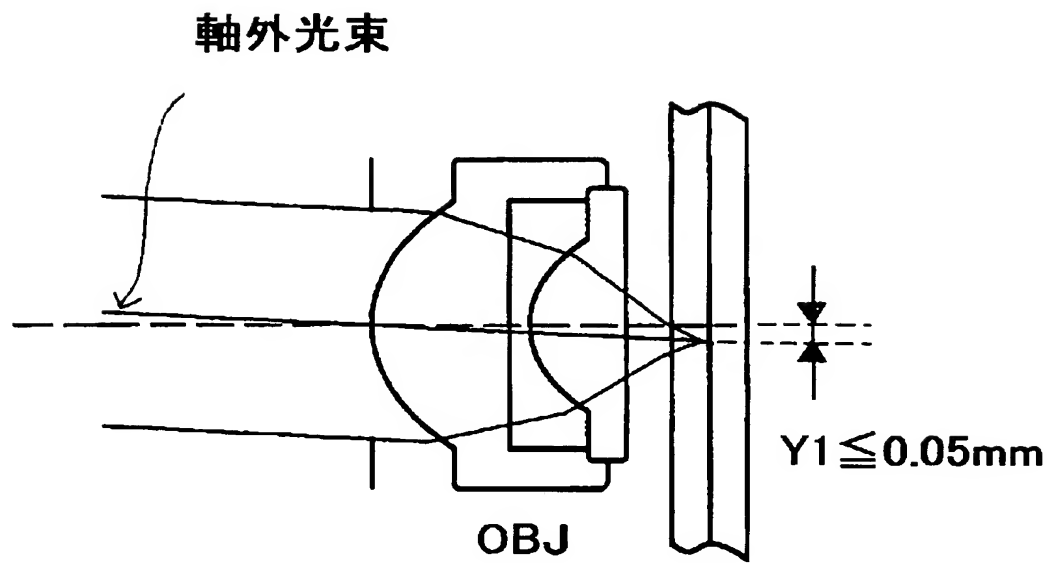
【図 1】



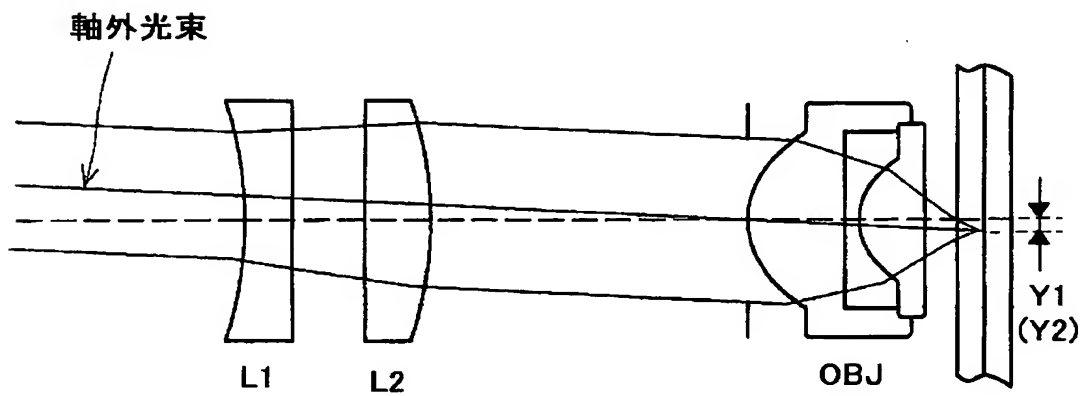
【図 2】



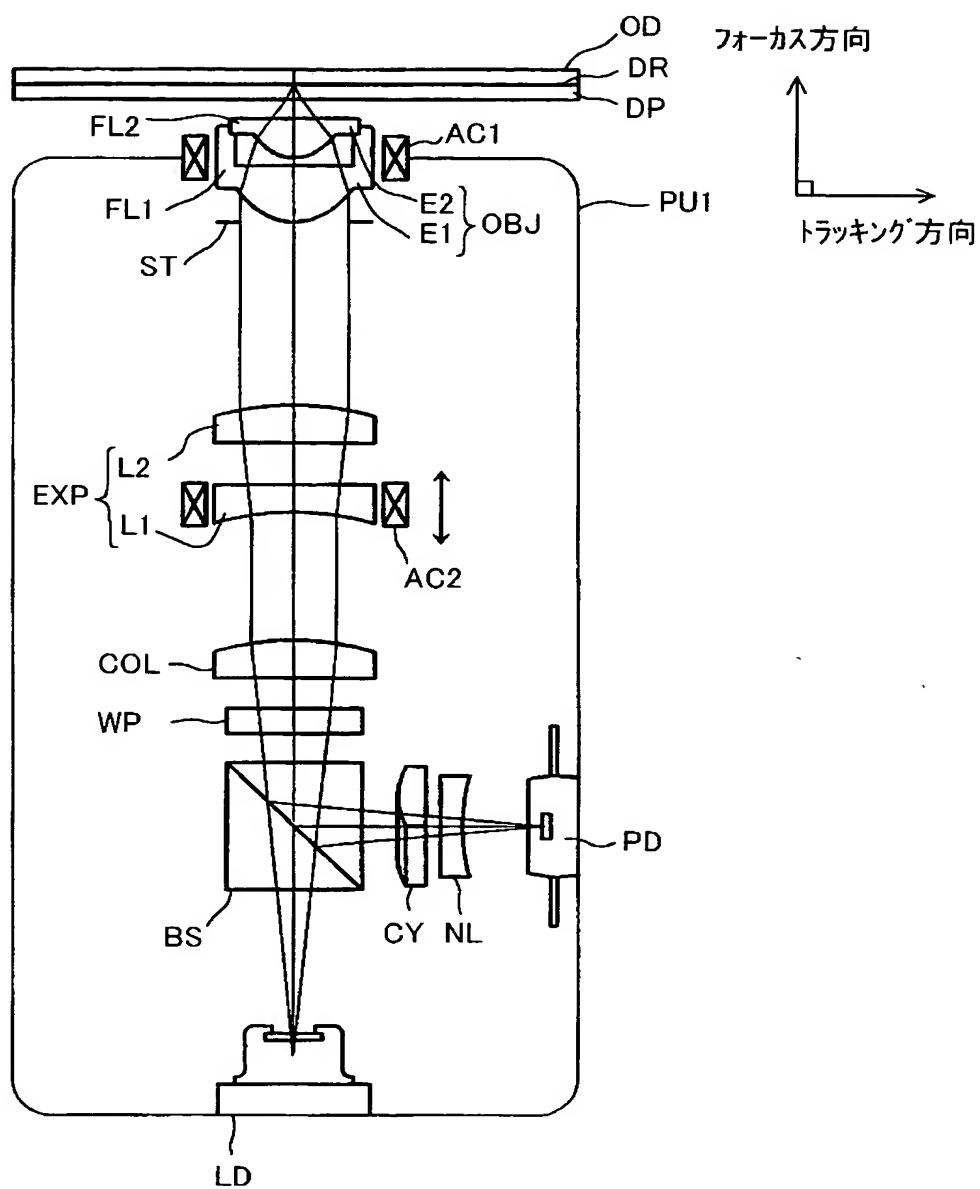
【図 3】



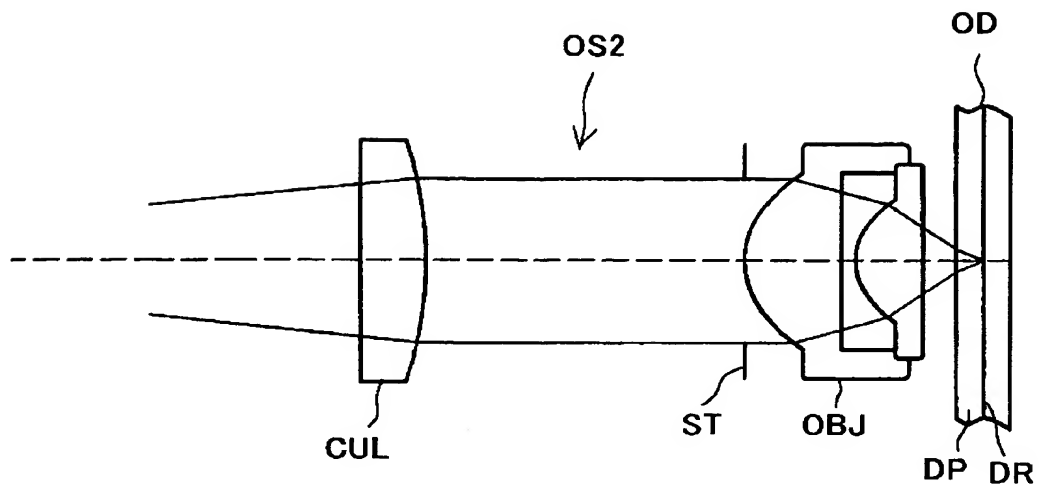
【図 4】



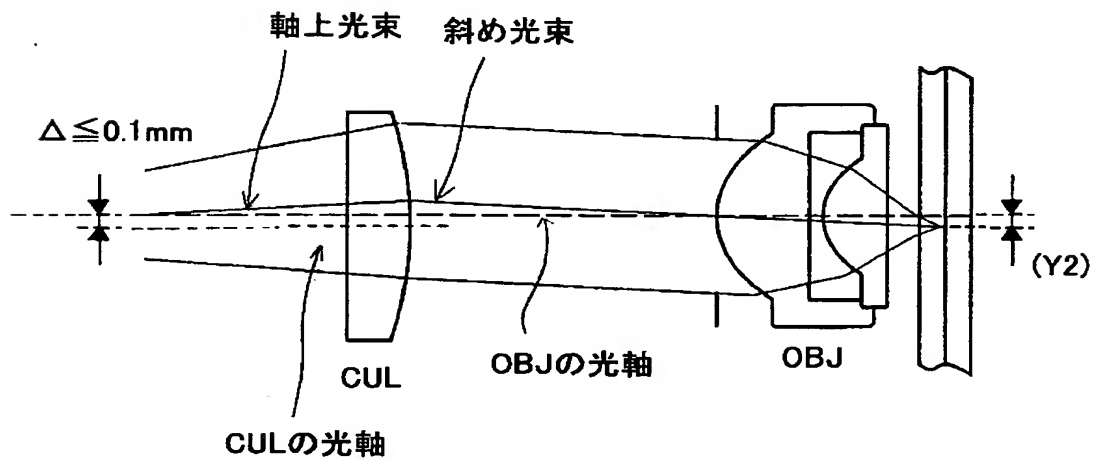
【図 5】



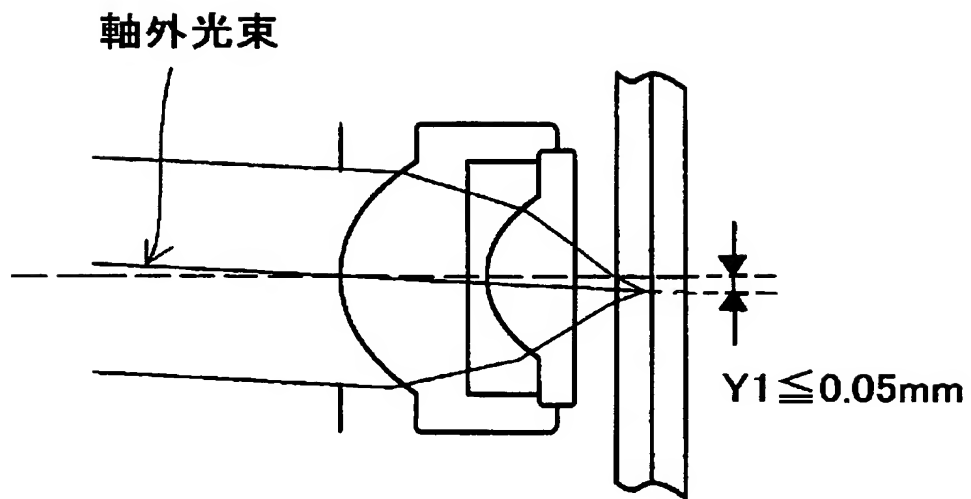
【図 6】



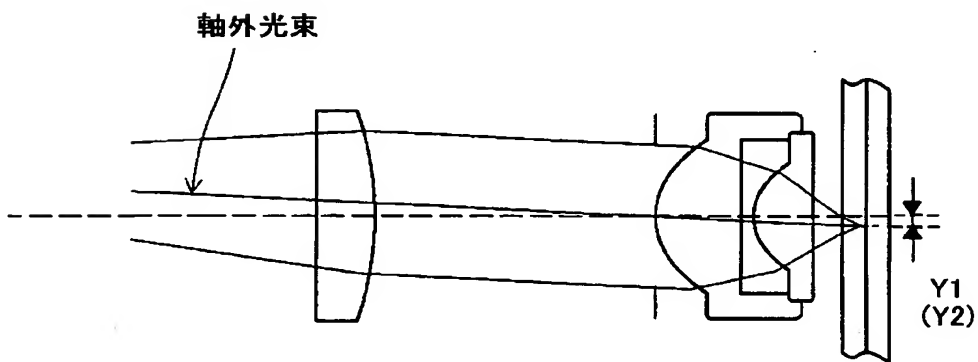
【図 7】



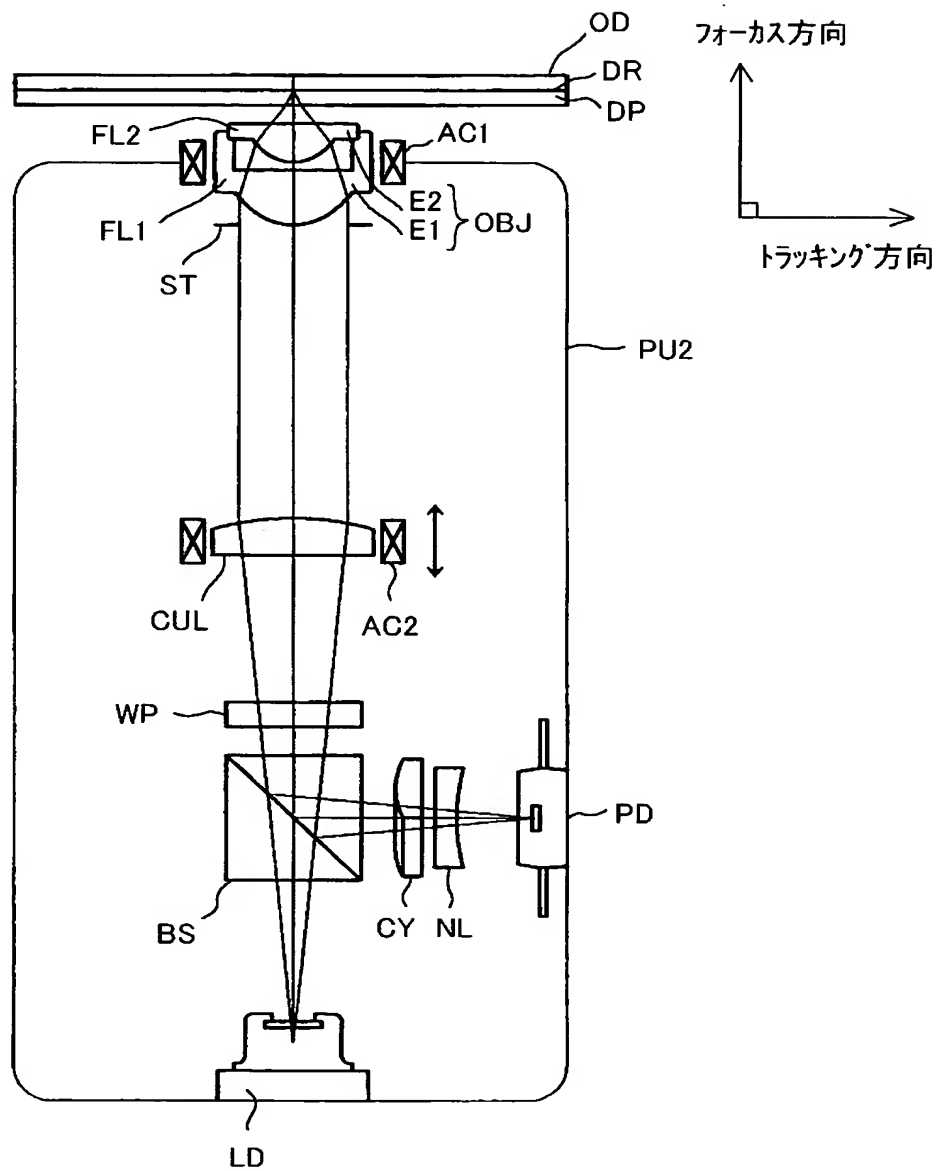
【図 8】



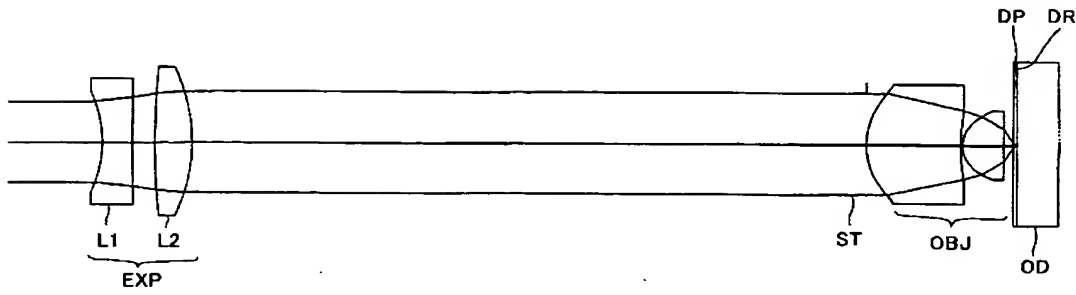
【図 9】



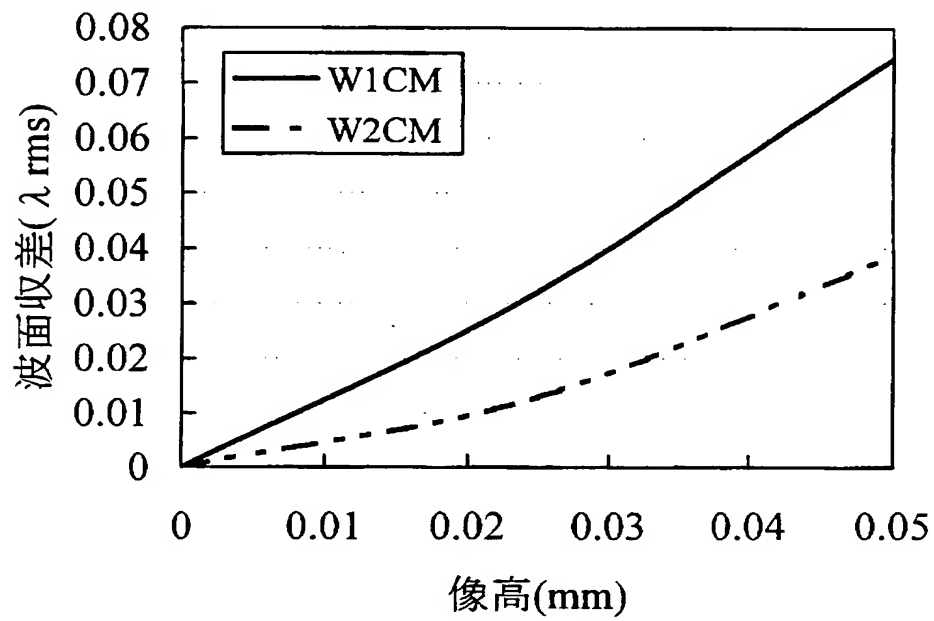
【図10】



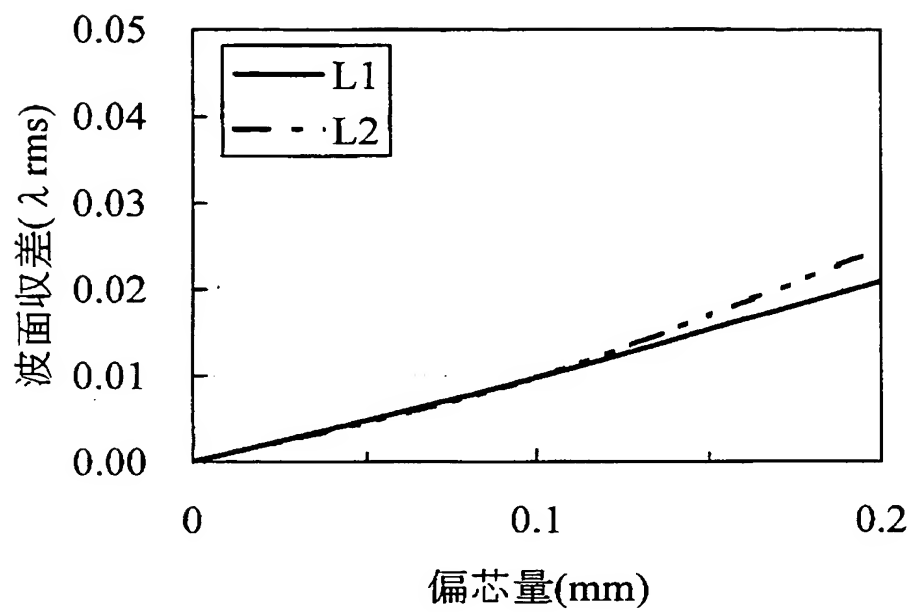
【図 1 1】



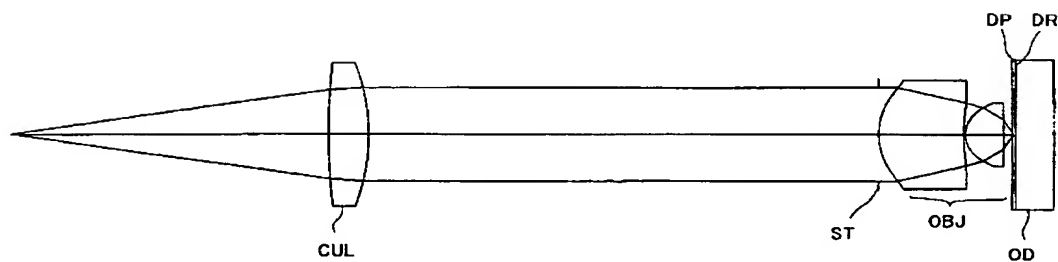
【図 1 2】



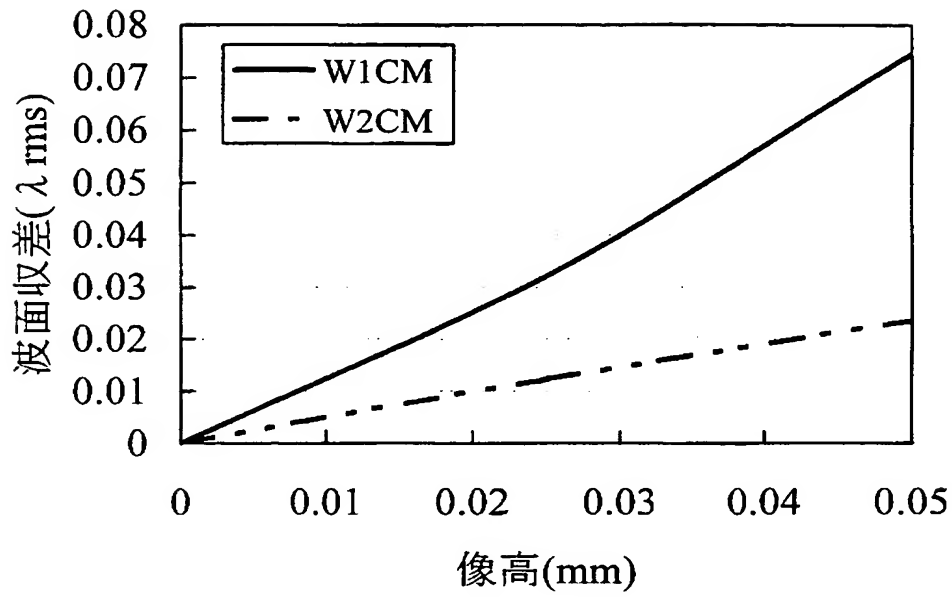
【図 13】



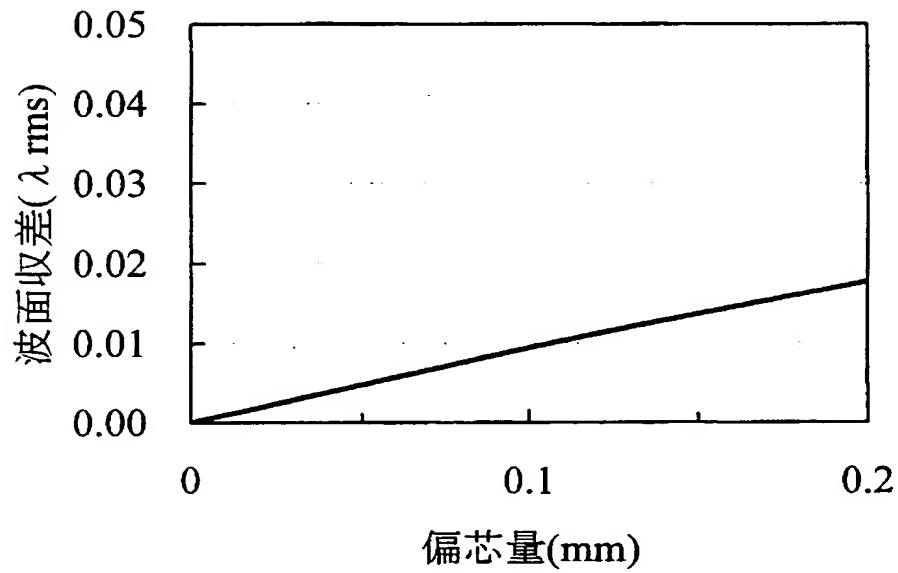
【図 14】



【図 15】



【図 16】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】

開口数の大きい対物レンズを使用し、光源と対物レンズとの間の光路中に配置されたエキスパンダーレンズ或いはカップリングレンズによって集光スポットの球面収差を補正する光ピックアップ装置用光学系に用いる、可動レンズが偏芯誤差を持った場合でも、集光性能の劣化の小さい光ピックアップ装置用光学系を提供する。

【解決手段】

光ピックアップ装置用光学系 OS1 においては、対物レンズ OBJ 単体の軸外特性のコマ収差 $W1_{CM}(\lambda_{rms})$ に対して、この対物レンズ OBJ とエキスパンダーレンズ EXP とを組み合わせた場合の軸外特性のコマ収差 $W2_{CM}(\lambda_{rms})$ が小さくなるようなエキスパンダーレンズ EXP を備えている。このように光ピックアップ装置用光学系 OS1 を構成すると、エキスパンダーレンズ EXP の第 1 レンズ群 L1 が対物レンズ OBJ に対して偏芯誤差を持った場合に、対物レンズ OBJ に対して斜め光束が入射することにより発生する集光スポットのコマ収差の増大を抑制できる。

【選択図】 図 2

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 2 - 3 1 7 0 8 3
受付番号	5 0 2 0 1 6 4 7 0 2 9
書類名	特許願
担当官	第一担当上席 0 0 9 0
作成日	平成 1 4 年 1 1 月 1 9 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】 平成14年10月31日

次頁無

特願 2 0 0 2 - 3 1 7 0 8 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 1 2 7 0]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 1 4 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都新宿区西新宿 1 丁目 2 6 番 2 号

氏 名

コニカ株式会社